

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 150**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01) B23K 35/30	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01) B23K 26/32	(2014.01)
C22C 38/04	(2006.01) B23K 35/02	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01) B29C 33/38	(2006.01)
C22C 38/08	(2006.01) B32B 15/01	(2006.01)
C22C 38/12	(2006.01) B23K 26/342	(2014.01)
C22C 38/44	(2006.01) C21D 1/18	(2006.01)
C22C 38/46	(2006.01) C22C 33/02	(2006.01)
B22F 3/105	(2006.01) C21D 1/673	(2006.01)
B22F 7/08	(2006.01) B23K 26/00	(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2017** **E 17157003 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3211109**

54 Título: **Método para fabricar una herramienta de conformación en caliente y herramienta de conformación en caliente fabricada con este**

30 Prioridad:

24.02.2016 DE 102016103283

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

03.03.2021

73 Titular/es:

BUDERUS EDELSTAHL GMBH (50.0%)
Dillfeld 40
35576 Wetzlar, DE y
VOESTALPINE EIFELER LASERTECHNIK GMBH
(50.0%)

72 Inventor/es:

VETTER, PETER

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 809 150 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 fabricar una herramienta de conformación en caliente y herramienta de conformación en caliente fabricada con este

5 [0001] En el pasado se han realizado muchos intentos para potenciar la competitividad del acero como material, particularmente en el sector automotriz, con respecto a otros materiales y aumentar la variabilidad del acero como material.

[0002] Uno de los intentos más satisfactorio para hacer que el acero como material sea atractivo tanto en términos de precio como de propiedades del material en la construcción de carrocerías es el llamado endurecimiento en prensa o endurecimiento con conformación.

10 [0003] En el endurecimiento en prensa se estampa una pletina de chapa de acero de una banda de chapa de acero y esta pletina plana se calienta a una temperatura, generalmente mayor que A_{c3} , y por último se le da la forma del componente deseado en una sola etapa de conformación en una herramienta de conformación en caliente. En este caso, además, el calor presente en la pletina de chapa se descarga en la herramienta de conformación a una velocidad generalmente superior a 20 K/s, es decir, la denominada velocidad crítica de endurecimiento y, de este modo, se produce un endurecimiento. La estructura austenítica a alta temperatura se convierte en una estructura predominantemente martensítica.

[0004] Se conoce el proporcionar también a estas pletinas de chapa un recubrimiento metálico y, en particular, un recubrimiento de aluminio, silicio o zinc.

20 [0005] En el endurecimiento con conformación, se estampa una pletina de chapa de acero de una banda de chapa de acero y la pletina de chapa de acero estampada se conforma a continuación en frío en un proceso de conformación habitual, en particular de varias etapas.

25 [0006] En este caso, el componente conformado en frío se calienta posteriormente a la temperatura de austenitización, es decir, una temperatura por encima de A_{c3} , y luego se coloca en una herramienta de endurecimiento y conformación, donde la herramienta de endurecimiento y conformación tiene el contorno del componente acabado. Para ello, en particular, el componente preformado en frío se produce algo más pequeño en todas las direcciones espaciales para tener en cuenta la dilatación térmica durante la austenitización, de modo que el componente caliente preferiblemente también tenga las dimensiones del componente final y, por lo tanto, también el contorno de la herramienta de conformación en caliente.

30 [0007] Después de colocar el componente preformado en frío austenitizado en la herramienta de endurecimiento y conformación, la herramienta de endurecimiento y conformación se cierra, de modo que la herramienta de endurecimiento y conformación preferiblemente se apoye positivamente contra el componente austenitizado para que se forme un flujo de calor entre el componente y la herramienta de endurecimiento y conformación en la que el enfriamiento de la pieza de trabajo tiene lugar a una velocidad por encima de la velocidad de endurecimiento crítica de al menos 20 K/s.

35 [0008] Estas herramientas de conformación en caliente o herramientas de endurecimiento y conformación son componentes sujetos a elevados esfuerzos térmicos, que también experimentan un alto esfuerzo abrasivo y mecánico en el caso de la herramienta de conformación en caliente.

[0009] Por consiguiente, estas herramientas deben tener alta difusividad del calor, alta difusividad térmica, alta tenacidad y dureza.

40 [0010] Las propiedades del material mencionadas deben considerarse como un compromiso general, ya que las propiedades tales como dureza y tenacidad no pueden maximizarse juntas.

45 [0011] Por EP 2 236 639 B1 se conoce un acero de trabajo en caliente que debe tener una dureza y difusividad del calor excelentes. Este acero se describe mediante un análisis general que, sin embargo, es muy ambiguo, donde se indica un equivalente de carbono y se relaciona el contenido de molibdeno y tungsteno, pero contradiciendo el análisis y la descripción. El acero producido según esta patente tampoco alcanza en la práctica las propiedades prometidas.

[0012] Por CH 165893 se conoce una aleación de hierro, en particular para herramientas de trabajo en caliente, en particular estampas, moldes hembras para moldeo por inyección, mandriles de laminación y otras herramientas en prensas y matrices. Esta aleación de hierro debe tener una cierta composición baja en cromo, donde el molibdeno y el vanadio deben reemplazar parcialmente al tungsteno.

[0013] Por DE 746 189 se conoce una aleación de acero para herramientas de trabajo en caliente en la que el contenido de tungsteno debe reducirse en comparación con los aceros conocidos y un recubrimiento de cromo metálico está presente.

5 [0014] Por WO2008/017341 A1 se conoce un método para ajustar la difusividad del calor de un acero, en particular un acero de trabajo en caliente, donde este acero de trabajo en caliente debe tener una composición específica y una difusividad del calor térmica sustancialmente mayor, pero no se especifica cómo se debe lograr esto exactamente.

10 [0015] Por DE 1 014 577 se conoce un método para la producción de herramientas de trabajo en caliente utilizando una aleación de acero endurecible, que se puede bonificar fácilmente, donde los objetos producidos con ella deben ser particularmente adecuados como herramientas para la conformación en caliente a presiones estáticas y, además, ser de composición relativamente simple y económica. Estas deben ser resistentes a las grietas por calentamiento brusco y roturas durante el funcionamiento. Con este fin, se selecciona una aleación específica que, sin embargo, puede contener tungsteno, cromo y vanadio solo como impurezas. No deben formarse grietas en comparación con un acero al cromo al 5%. En este sentido el material se estira y se calienta a una temperatura de solución de 982 °C a 1038 °C, preferiblemente de 1005 °C a 1015 °C, y se mantiene a esta temperatura durante 15 a 20 minutos por pulgada de espesor del material y a continuación se enfría por medio de aire, se vuelve a trabajar y luego se puede poner en servicio.

20 [0016] Por DE 195 08 947 A1 se conoce una aleación resistente al desgaste, resistente al revenido y resistente al calor que tiene un contenido particularmente alto de molibdeno y tungsteno y que es para utilizarla en particular para herramientas de conformación en caliente en la técnica de conformación en caliente. Sin embargo, este material contiene solo un 30% de hierro.

[0017] Por CH 481222 se conoce un acero de trabajo en caliente con buena capacidad de embutición en frío para la producción de herramientas que tiene una aleación determinada y se alea junto con cromo, molibdeno y vanadio.

[0018] Por DE 43 21 433 C1 se conoce el uso de un acero de trabajo en caliente que tiene del 2% al 4% de cromo y del 3,5% al 7% de molibdeno. Este debe tener una difusividad del calor muy alta.

25 [0019] Por DE 1 090 245 A se conoce el uso de un acero para herramientas de trabajo en caliente con un contenido de cromo relativamente alto, donde este material se somete a un tratamiento térmico de 900 °C a 1200 °C y posteriormente se enfría y se recuece de 500 °C a 750 °C, de modo que se obtiene una dureza de 30 HRC a 60 HRC.

30 [0020] Por DE 10 2010 025 950 B4 se conoce una herramienta de conformación en caliente con resistencia al desgaste mejorada y un método para su producción. En este caso, a la herramienta de conformación se le proporciona, mediante chapado, una capa protectora producida a partir de un material de recubrimiento pulverulento, donde esta capa protectora consiste en una mezcla pulverulenta que tiene al menos dos componentes que contienen hierro que se aplican a la herramienta de conformación y se funden mediante un rayo de soldadura, preferiblemente un rayo de soldadura láser. La capa protectora debe tener de 1 mm a 6 mm de espesor, preferiblemente de 2 mm a 4 mm de espesor. Debido a su dureza, la capa protectora relativamente fina de la herramienta de conformación tiene una difusividad del calor comparativamente baja, mientras que la base de la herramienta de conformación, es decir, el material base, sigue teniendo un alto nivel de difusividad del calor con respecto a la capa protectora, de modo que la difusividad global del calor es satisfactoria. En este caso, la capa protectora se puede aplicar uniformemente o en varias capas, siendo posible, en el caso de una estructura multicapa, que la dureza de las capas individuales varíe entre sí mediante el ajuste de las aleaciones.

40 [0021] La tarea de la invención es mejorar aún más una herramienta de conformación en caliente y, en particular, proporcionar un material adaptado a la aplicación requerida que sea más barato.

[0022] La tarea se resuelve mediante un método para producir herramientas de conformación en caliente con las características de la reivindicación 1.

[0023] Se caracterizan otros desarrollos ventajosos en las reivindicaciones dependientes.

45 [0024] Otra tarea es proporcionar una herramienta de conformación en caliente que se adapte a la aplicación requerida de forma más barata y eficaz.

[0025] La tarea se resuelve con una herramienta de conformación en caliente con las características de la reivindicación 11.

50 [0026] Según la invención, se ha descubierto que se deben cumplir diferentes propiedades para las aplicaciones de endurecimiento y conformación de chapas de carrocería recubiertas de zinc, por un lado, y para el procesamiento de chapas sin recubrir o recubiertas de aluminio y silicio en el método de endurecimiento en prensa, por otro.

[0027] Sorprendentemente se ha observado que un material, que se utiliza para métodos completamente diferentes, tiene ventajas sorprendentemente buenas aquí.

[0028] Según la invención, se utiliza un acero de conformado plástico que, de hecho, tiene una superficie que es demasiado dúctil para el procesamiento de metal.

5 [0029] Por lo tanto, se ha demostrado que en el endurecimiento y conformación de chapas de carrocería recubiertas de zinc que han sido preformadas en frío, un acero de conformado plástico con una dureza superficial de 310 HB a 10 355 HB es suficiente y, además, tiene una difusividad del calor sorprendentemente alta que es ventajosa para el procesamiento. Dicho acero de conformado plástico es considerablemente más barato que los aceros para herramientas de conformación en caliente que generalmente se ofrecen para chapas de acero y se pueden procesar 15 directamente en el estado en el que se suministra, mientras que los aceros para herramientas de conformación en caliente convencionales generalmente tienen que someterse a endurecimiento en una planta de endurecimiento externa, seguido de al menos dos operaciones en la planta automovilística. En este caso, el material de conformación plástico utilizado se puede utilizar en un diseño estándar para herramientas que están sometidas a poca tensión, por ejemplo, partes superiores de la herramienta, y por lo general tiene aquí un módulo de resiliencia de alrededor de 15 julios.

[0030] Para herramientas con carga más pesada, se utilizan materiales previamente bonificados que se siguen recociendo de forma intermedia durante la fabricación para mejorar la estructura y las propiedades mecánicas y se bonifican de nuevo hasta dicha dureza superficial. Esto produce un refinamiento de grano adicional y un módulo de resiliencia de más de 22 a 23 julios.

20 [0031] Se ha descubierto que dicho material es completamente suficiente para el método de endurecimiento en prensa indirecto con respecto a la dureza de la superficie, pero tiene ventajas significativas con respecto a la difusividad del calor.

25 [0032] La difusividad del calor de este material conformable plástico no era evidente para el experto en la técnica en este tipo de conformación, ya que no es en absoluto un parámetro realmente relevante para la producción de piezas plásticas por moldeo por inyección o son suficientes difusividades del calor mucho más bajas.

[0033] También se ha descubierto que para el procesamiento de chapas sin recubrir o recubiertas de aluminio y silicio por el método de endurecimiento en prensa, es decir, endurecimiento y conformación, el material mencionado anteriormente tiene ventajas. En este caso, el material se procesa según las realizaciones mencionadas anteriormente, pero a la superficie se le proporciona, antes de su uso, una capa protectora de aproximadamente 2 mm de espesor mediante soldadura con aportación por láser según DE 10 2010 025 950 B4. Esto da lugar a efectos sinérgicos inesperados. Por lo tanto, se ha descubierto que el acero de conformado plástico se puede soldar particularmente bien incluso en el caso de soldaduras en grandes superficies, lo que no sería importante en absoluto en el caso de los aceros de conformado plástico, es decir, se puede soldar a la capa protectora de una manera particularmente buena.

35 [0034] Además, se ha demostrado que la excelente difusividad del calor junto con la dureza base de 35 HRC, por un lado, produce un buen efecto de soporte de la capa de superficie dura y, por otro lado, la falta de difusividad del calor de la capa protectora se compensa de una manera particularmente buena por la difusividad del calor muy alta del material base.

40 [0035] Las propiedades mecánicas y térmicas sobresalientes del material recubierto se mejoran además por el hecho de que este material sigue siendo muy barato debido al precio de base más bajo en comparación con los aceros de trabajo en caliente disponibles comercialmente, incluso en el caso de un recubrimiento por láser.

[0036] Como material base para la herramienta de conformación en caliente se utiliza un acero de conformado plástico según EP 1 251 187 B1 a la que se hace referencia en su totalidad al igual que con DE 10 2010 025 950 B4.

[0037] La invención se explica a modo de ejemplo con referencia a un dibujo. En este muestran:

- 45 Figura 1 una comparación de la difusividad térmica de algunos aceros para herramientas con el acero para herramientas de conformación en caliente según la invención;
- Figura 2 la configuración experimental de un ensayo de determinación del valor medio,
- Figura 3 los coeficientes de fricción en 10 ensayos en los que se probó un acero endurecible con una superficie de chapa sin recubrir;
- Figura 4 los coeficientes de fricción en una superficie recubierta de aluminio y silicio de la chapa de acero endurecible con un material endurecido por láser según la invención;
- 50 Figura 5 los coeficientes de fricción en una superficie recubierta de zinc de la chapa de acero endurecible y un material endurecido con láser;

- Figura 6 los coeficientes de fricción en una chapa de acero endurecible sin recubrir y un material según la invención que está provisto de una capa protectora soldada por láser;
- Figura 7 los coeficientes de fricción en un material según la Figura 6 con una superficie recubierta de aluminio y silicio de la chapa de acero endurecible;
- 5 Figura 8 los coeficientes de fricción en un material según la Figura 6 y una superficie de chapa recubierta de zinc.
- Figura 9 la estructura de un material de acero bonificado una vez
- Figura 10 la estructura de un material de acero bonificado dos veces

[0038] El acero para herramientas utilizado según la invención para herramientas de conformación en caliente tiene la siguiente composición en porcentaje en peso:

- 10 C = 0,25 - 0,30
Si = 0,04 - 0,20
Mn = 1,2 - 2,0
Cr = 1,0 - 2,0
Ni = 0,9 - 1,5
- 15 Mo = 0,3 - 0,8
V ≤ 0,2
Al = 0,01 - 0,03

S hasta 0,15, estando el resto compuesto de hierro e impurezas inevitables. También se puede utilizar desechos de hierro de alta pureza y se pueden alear cantidades muy pequeñas al nivel de las impurezas habituales.

- 20 [0039] Este acero para herramientas se produce deliberadamente sin la adición de boro, cuya dureza, que está por debajo de los aceros para herramientas de conformación en caliente habituales, se logra ajustando el contenido de níquel específicamente. La falta de boro o boro presente solo como impurezas inevitables no produce desventajas en los valores de dureza alcanzables cuando el contenido de níquel se ajusta cuidadosamente. Sin embargo, es ventajoso que el acero presente al mismo tiempo mejores resultados reproducibles con respecto a su endurecimiento con una
- 25 menor tendencia a la fragilización, particularmente en el caso de diámetros de pieza de trabajo mayores. Por consiguiente, tampoco es necesario añadir titanio para proteger el boro del nitrógeno.

- [0040] Debido a la proporción en peso prevista de molibdeno entre el 0,3% y 0,8%, preferiblemente entre el 0,4% y el 0,6%, se logra una resistencia al revenido mejorada, de modo que con un diámetro de pieza de trabajo ilustrativo de 1000 mm y un contenido ilustrativo de molibdeno del 0,5% en peso, se puede utilizar una temperatura de revenido de
- 30 aproximadamente 620 °C para lograr 30 HRC, mientras que los aceros conocidos para la industria plástica se bonifican significativamente por debajo de 600 °C.

[0041] El acero utilizado según la invención como acero de trabajo en caliente es endurecible en agua o polímero sin riesgo de agrietamiento por estrés, tiene solo segregaciones bajas y un alto grado de pureza y es muy homogéneo y bajo en estrés intrínseco debido a la temperatura de revenido más alta después del tratamiento térmico.

- 35 [0042] Para mejorar la soldabilidad, se puede añadir un contenido de azufre de hasta el 0,15% en peso. Por regla general, sin embargo, para garantizar un alto grado de pureza, se intentará mantener el contenido de azufre así como el contenido de fósforo lo más bajo posible, por ejemplo, azufre < 0,005% y/o P < 0,02%. Sin embargo, cuando se utiliza el acero según la invención, en particular para el recubrimiento con un polvo de aleación y soldadura posterior, en particular mediante soldadura por rayo láser, puede ser ventajoso ajustar el azufre de forma correspondiente hasta
- 40 el 0,15% en peso, mientras que cuando se utiliza en el método indirecto, es decir, endurecimiento y conformación, el contenido de azufre puede reducirse.

- [0043] El contenido de carbono se reduce en comparación con aceros comparables hasta tal punto que se minimizan las segregaciones y al mismo tiempo se da una endurecibilidad al agua (C máx. 0,30%). Para minimizar la segregación en lingotes, el contenido de silicio se reduce a un valor medio del 0,1%, al igual que el contenido de cromo del 2,0% al 1,25%. El contenido de aleación de manganeso que favorece la endurecibilidad es de aproximadamente el 1,5%, mientras que el contenido de níquel, como ya se ha dicho, hace que el boro sea innecesario y, en particular, también
- 45 contrarresta el riesgo de la formación de nitruros de boro.

[0044] La buena resistencia al revenido se ajusta por adiciones más altas de molibdeno (0,5% en lugar de generalmente 0,2% en 1.2738) y vanadio (0,1% frente al 0% en 1.2738).

- 50 [0045] Para producir este acero, el desecho de hierro preseleccionado se funde en un horno de arco eléctrico (EAF, por sus siglas en inglés). La metalurgia secundaria y, en particular, el ajuste preciso de la aleación se llevan a cabo en un horno de cuchara (LF, por sus siglas en inglés) que incluye un tratamiento con calcio, cuya composición química también se prueba aquí.

ES 2 809 150 T3

[0046] Posteriormente, la masa fundida se somete a desgasificación al vacío (VD, por sus siglas en inglés) y luego se vierte en colada ascendente de lingotes. Los pesos alcanzables aquí de los lingotes son de aproximadamente 3 t a 100 t.

5 [0047] Después del recalentamiento, los lingotes así obtenidos se someten a conformación mediante forjado libre y posteriormente se austenitizan, opcionalmente después de enfriarlos a 880 °C, es decir, se someten a una temperatura $>A_{c3}$ para esta aleación de acero.

[0048] El material austenitizado se enfría entonces, donde el enfriamiento se realiza en aire, alternativamente aceite, polímero o agua. El enfriamiento que se proporciona depende de las dimensiones y se selecciona de tal manera que se logre el ajuste deseado de la microestructura y el tamaño del grano.

10 [0049] El material austenitizado y endurecido por enfriamiento es revenido al menos una vez. A través del revenido se debe lograr una dureza superficial de 310 HB a 355 HB, donde la temperatura de revenido puede estar en el intervalo de 570 °C a 605 °C, dependiendo del medio de enfriamiento y las dimensiones.

[0050] Después de una prueba de dureza de la superficie y una prueba ultrasónica, si es necesario una prueba de pureza y una prueba de intercambiabilidad, el material se puede almacenar como corresponda.

15 [0051] En una primera alternativa del material para el endurecimiento y conformación y, en particular, el endurecimiento y conformación de chapas de acero galvanizadas endurecibles, el material, que ha sido previamente bonificado según el procedimiento mencionado anteriormente, se asierra en dimensiones brutas y luego se vuelve a recocer y se vuelve a bonificar para mejorar la estructura y las propiedades mecánicas. Como resultado de esta nueva bonificación, se puede lograr un refinamiento de grano y un módulo de resiliencia de 22 julios en comparación con los 15 julios del material descrito anteriormente. Como resultado tiene lugar un endurecimiento de 310 HB a 355 HB, siendo el límite superior de 325 HB a 355 HB con enfriamiento rápido por aire y una temperatura de revenido de 590 °C. Para producir las herramientas correspondientes a partir de este material de doble bonificación, se trabajan los lingotes de acero para formar moldes con partes móviles por pares, es decir, se perforan los canales de enfriamiento, se fresa el contorno y se rectifica la superficie.

20 [0052] Para el uso del material en el endurecimiento en prensa, es decir, en el método directo y en particular para el endurecimiento en prensa de chapas sin recubrir y recubiertas de aluminio y silicio, se aplica una capa dura al material bonificado una vez mediante soldadura con aportación por láser. Para garantizar una soldadura particularmente buena, la soldadura puede tener lugar con precalentamiento del material base.

25 [0053] Para ello se aplica a la herramienta de conformación configurada y preparada una mezcla pulverulenta compuesta de al menos dos componentes que contienen hierro (aleaciones) y se funde por medio de un rayo de soldadura, preferiblemente un rayo de soldadura láser.

30 [0054] El primero de los al menos dos componentes que contienen hierro tiene la siguiente composición:

35 C = 0,2 a 0,8 % en peso
Cr = 2,0 a 9,0 % en peso
Mo = 1,0 a 5,0 % en peso
W = 0,5 a 5,0 % en peso
V = 0,2 a 2,0 % en peso

[0055] El resto es hierro e impurezas inevitables. También se puede utilizar desechos de hierro de alta pureza y se pueden alear cantidades muy pequeñas al nivel de las impurezas habituales.

40 [0056] El segundo de los al menos dos componentes que contienen hierro tiene la siguiente composición:

45 C = 0,005 a 0,2 % en peso
Cr = 10,0 a 20,0 % en peso
Mo = 0,5 a 3,5 % en peso
Ni = 5,0 a 15,0 % en peso
Si = 0,5 a 3,5 % en peso

[0057] El resto es hierro e impurezas inevitables.

[0058] La cantidad de aplicación de la al menos una mezcla pulverulenta se ajusta de modo que el espesor de la capa protectora terminada esté en el intervalo de 1 mm a 6 mm, preferiblemente en el intervalo de 2 mm a 4 mm.

- 5 [0059] La capa se produce y se une a la herramienta y al material utilizados según la invención mediante un proceso de soldadura con aporte de polvo, preferiblemente un proceso de soldadura con aporte de polvo por láser. De esta manera, se consigue una capa protectora dura, relativamente fina y uniforme. Debido a su dureza/aleación, la capa protectora relativamente fina de la herramienta de conformación tiene una difusividad del calor comparativamente baja, mientras que la base de la herramienta de conformación, es decir, el material base utilizado según la invención tiene un nivel de difusividad del calor más alto que los materiales de acero conocidos utilizados para esto. Por lo tanto, se puede obtener una compensación de la baja difusividad del calor.
- [0060] La dureza y tenacidad de la capa protectora de la herramienta de conformación en caliente según la invención son ajustables por el material de aporte soldado, es decir, la mezcla de polvo.
- 10 [0061] Con respecto a las propiedades de las diferentes aleaciones pulverizadas y los componentes de aleación individuales, se hace referencia a DE 10 2010 025 950 B4.
- 15 [0062] La dureza de la capa protectora producida depende de la relación de mezcla de los dos componentes. Para lograr una alta resistencia al desgaste, se establece una dureza en el intervalo de 56 HRC a 64 HRC a diferencia de un máximo de 35 HRC del material base. Con particular preferencia, esta dureza se ajusta a 60 HRC a 64 HRC. La dureza o resistencia al desgaste de la capa protectora que actúa junto con el material base según la invención es óptima si el primer componente y el segundo componente de los al menos dos componentes que contienen hierro se mezclan en una relación de mezcla en el intervalo de 30:70 a 70:30, preferiblemente en el intervalo de 40:60 a 60:40.
- 20 [0063] En este caso, la capa también se puede construir a partir de una pluralidad de capas de diferente dureza, donde la capa más alta es, preferiblemente, la capa más dura y la dureza disminuye sucesivamente hacia abajo hacia el material base.
- [0064] La invención se ilustra mediante un ejemplo:
un acero que tiene la siguiente composición química en % en masa:
- 25 C = 0,25
Si = 0,14
Mn = 1,47
P = 0,007
S = 0,002
Cr = 1,23
Ni = 1,02
30 Mo = 0,49
V = 0,10
- [0065] El hierro restante y la impureza formada por la fundición se funden como ya se ha indicado. En este caso también se puede utilizar desechos de hierro de alta pureza y alimentar cantidades muy pequeñas al nivel de las impurezas habituales.
- 35 [0066] En el material bonificado una vez se obtiene una estructura bonificada bainítica con un tamaño de grano de 2 a 6 (Figura 9).
- [0067] El material doblemente bonificado tiene una estructura bonificada bainítica con tamaños de grano según DIN EN ISO 643 de 4 a 7 según la Figura 10.
- 40 [0068] Las dos variantes de material se someten a una prueba de dureza HBW 10/3000 (DIN EN ISO 6506-1:2006-03), siendo el objetivo de 310 HB a 355 HB.
- [0069] La prueba en durómetro para ensayos Brinell estacionario muestra una dureza de 328 HB para la variante bonificada una vez y una dureza de 313 HB para la variante bonificada dos veces.
- [0070] Posteriormente, se lleva a cabo un ensayo de resiliencia a la flexión en los dos materiales en correspondencia con un ensayo de resiliencia a la flexión (DIN EN ISO 148-3:2011).
- 45 [0071] En el caso del material bonificado una vez, se determinó un módulo de resiliencia de 16, 15 y 17 julios a lo largo de la dirección de la fibra en tres ensayos, de modo que el valor medio es de 16 julios. Se determinaron 13, 17 y 17 julios transversalmente a la dirección de la fibra, de modo que el valor medio es de 16 julios.
- [0072] Con el material bonificado dos veces se obtuvieron 23, 38 y 34 julios, lo que corresponde a un valor medio de 32 julios.

[0073] Con el material bonificado dos veces se obtuvieron 21, 28 y 31 julios transversalmente a la dirección de la fibra, lo que corresponde a un valor medio de 27 julios.

5 [0074] Esto muestra que un nuevo segundo tratamiento de bonificado influye significativamente en las propiedades del material. El material utilizado según la invención, que en realidad es un acero de conformado plástico, presenta un módulo de resiliencia debido al doble bonificado que es incluso mayor que el módulo de resiliencia de aceros conformados en caliente comparables para el intervalo de endurecimiento en prensa y, por lo tanto, sorprendentemente, a pesar de una dureza algo menor, tiene una propiedad de material absolutamente suficiente con un material significativamente más barato. En este caso, la dureza para el endurecimiento y conformación es
10 absolutamente suficiente, de modo que el material utilizado según la invención muestra buenos resultados en el endurecimiento y conformación.

[0075] Para su uso en el proceso de endurecimiento en prensa, no es necesario proporcionar un bonificado doble; en lugar del bonificado doble, después de haber producido la mitad del molde y el contorno correspondiente, se suelda una capa protectora mediante soldadura con aporte por láser.

15 [0076] En la invención, es ventajoso que un material barato no destinado en absoluto para este uso pueda fortalecerse mediante un doble bonificado de tal manera que se logren mejores propiedades con un material más barato que con materiales convencionales conocidos para esta aplicación.

[0077] En el caso de requerir una dureza particularmente alta, tal como para el endurecimiento en prensa, es ventajosamente posible utilizar el material bonificado una vez, que se puede soldar mejor que los materiales convencionales utilizados para este propósito y además es tan barato que la posterior soldadura con aporte por láser se compensa por el precio barato. Además, la difusividad del calor es significativamente mejor que en el caso de los materiales convencionales utilizados para este propósito, de modo que la difusividad del calor reducida de la capa protectora se compensa parcialmente por la difusividad del calor alta del material base.
20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la producción de una herramienta de conformación en caliente para el endurecimiento y conformación o el endurecimiento en prensa de chapas de acero o componentes de chapa de acero endurecibles, donde un acero se funde y posteriormente se trata con metalurgia secundaria en un horno de cuchara, y tiene la siguiente composición en % en peso:
- C = 0,25 a 0,30
 Si = 0,04 a 0,20
 Mn = 1,2 a 2,0
 Cr = 1,0 a 2,0
 10 Ni = 0,9 a 1,5
 Mo = 0,3 a 0,8
 V ≤ 0,2
 Al = 0,01 a 0,03,
 S hasta 0,15
- 15 15 consistiendo el resto en hierro e impurezas inevitables, donde sigue una desgasificación al vacío y se funden lingotes de esta, donde los lingotes se conforman posteriormente en caliente, y los formatos conformados se austenitizan posteriormente a $>AC_3$ y a continuación se enfrían bruscamente, de modo que se produce una estructura sustancialmente bainítica, y donde los lingotes se revienen posteriormente, donde el material así obtenido se somete a continuación bien por segunda vez a tratamiento térmico, donde el material se austenitiza nuevamente para el refinamiento del grano y para lograr un módulo de resiliencia según DIN EN ISO 148-3:2011 de ≥ 20 julios, seguido de enfriamiento brusco y revenido a 570 °C a 605 °C
- 20 20 o bien
 el material se lleva a una dimensión final deseada y posteriormente al menos un contorno conformado para dar forma a la chapa o la pieza de trabajo se mecaniza y se trata en superficie de forma correspondiente, y una capa protectora, que es más dura que el material base, se suelda sobre la superficie resultante del lado de la pieza de trabajo, donde la capa protectora se aplica mediante el proceso de soldadura con aporte de polvo y, en particular, mediante el proceso de soldadura con aporte de polvo por láser y, como polvo para soldar se utiliza un polvo que se compone de al menos dos componentes o aleaciones que contienen hierro y se aplica a la pieza de trabajo y se suelda y funde allí mediante un rayo de soldadura láser o soldadura con aporte de polvo, donde el primero, de los al menos dos componentes que
- 25 25 contienen hierro, tiene la siguiente composición en % en peso:
- 30 30 C = 0,2 a 0,8
 Cr = 2,0 a 9,0
 Mo = 1,0 a 5,0
 W = 0,5 a 5,0
 35 35 V = 0,2 a 2,0,
- siendo el resto hierro e impurezas inevitables relacionadas con la fundición, donde el segundo de los al menos dos componentes o aleaciones que contienen hierro tiene la siguiente composición en % en peso:
- 40 40 C = 0,005 a 0,2
 Cr = 10,0 a 20,0
 Mo = 0,5 a 3,5
 Ni = 5,0 a 15,0
 Si = 0,5 a 3,5,
- siendo el resto hierro e impurezas inevitables.
- 45 45 2. Método según la reivindicación 1 caracterizado por que la austenitización tiene lugar por encima de la temperatura de austenitización AC_3 y en particular a una temperatura de la pieza de trabajo de 860 °C a 900 °C.
3. Método según la reivindicación 1 o 2 caracterizado por que el material se recuece de 700 °C a 740 °C antes de la austenitización del segundo tratamiento térmico.
4. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la conformación en caliente se realiza mediante forjado libre.
- 50 50 5. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el material se reviene hasta una dureza superficial de 310 HBW a 355 HBW 10/3000 según DIN ISO 6506-1:2006-03.

ES 2 809 150 T3

6. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la cantidad aplicada de polvo se ajusta de tal manera que el espesor de la capa protectora completamente fundida y soldada está en el intervalo de 1 mm a 6 mm, preferiblemente en el intervalo de 2 mm a 4 mm.
- 5 7. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el material base se precalienta antes de la soldadura con aporte por láser.
8. Método según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los dos componentes que contienen hierro (aleaciones) se mezclan en una relación de 30:70 a 70:30, preferiblemente 40:60 a 60:40.
9. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la capa protectora se forma a partir de una o más capas que tienen diferentes composiciones que se aplican y sueldan una tras otra.
- 10 10. Método según una de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que se utiliza desecho de hierro de alta pureza en la fundición y/o se alean cantidades muy pequeñas de elementos al nivel de impurezas habituales.
11. Herramienta de conformación en caliente para el endurecimiento en prensa o el endurecimiento y conformación de chapas o componentes de chapas conformados de una aleación de acero endurecible, donde la herramienta de conformación en caliente tiene una composición en % en peso de
- 15 C = 0,25 a 0,30
Si = 0,04 a 0,20
Mn = 1,2 a 2,0
Cr = 1,0 a 2,0
Ni = 0,9 a 1,5
- 20 Mo = 0,3 a 0,8
V ≤ 0,2
Al = 0,01 a 0,03,
S hasta 0,15
- 25 siendo el resto hierro e impurezas inevitables, donde después de una segunda austenitización seguida de un enfriamiento brusco y un revenido a 570 °C-605 °C la herramienta tiene un módulo de resiliencia según DIN EN ISO 148-3:2011 de > 20 julios o la herramienta de conformación en caliente tiene una capa protectora que se aplica a la pieza de trabajo mediante rayo de soldadura láser o soldadura de aporte de polvo.
12. Uso de un acero con la siguiente composición en % en peso:
- 30 C = 0,25 a 0,3
Si = 0,04 a 0,20
Mn = 1,2 a 2,0
Cr = 1,0 a 2,0
Ni = 0,9 a 1,5
Mo = 0,3 a 0,8
- 35 V < 0,2
Al = 0,01 a 0,03,
S hasta 0,15
- 40 siendo el resto hierro e impurezas causadas por la fundición para un método según una de las reivindicaciones 1 a 10 y, en particular, para la producción de herramientas de conformación en caliente para el endurecimiento en prensa o el endurecimiento y conformación.

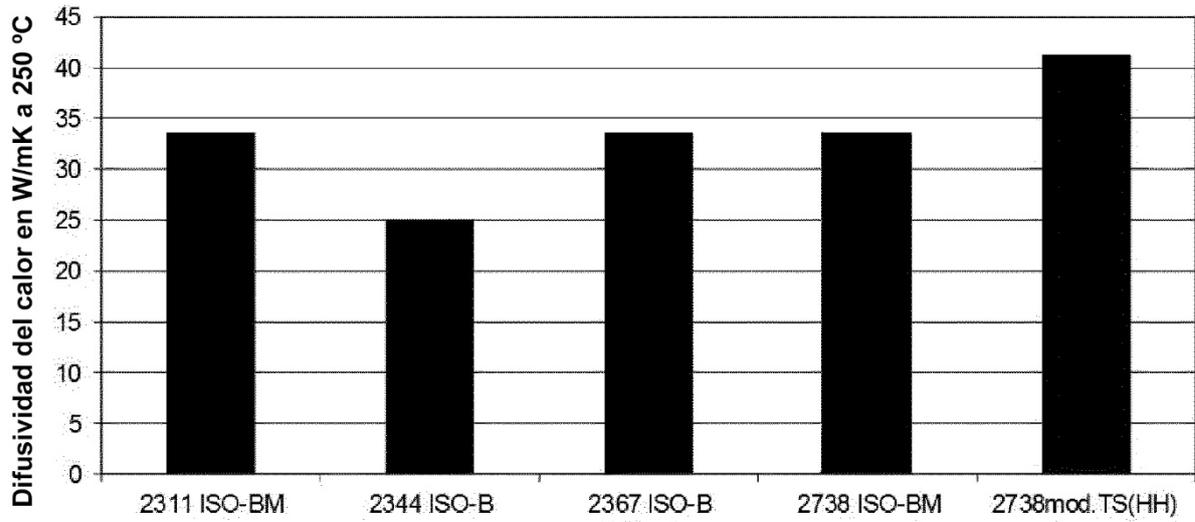


Fig. 1

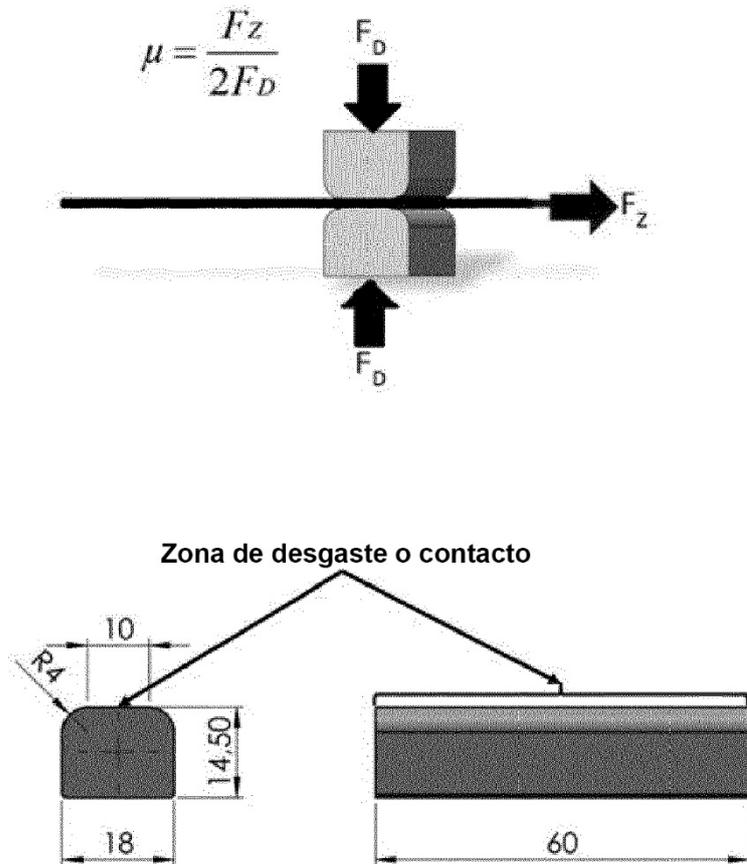


Fig. 2

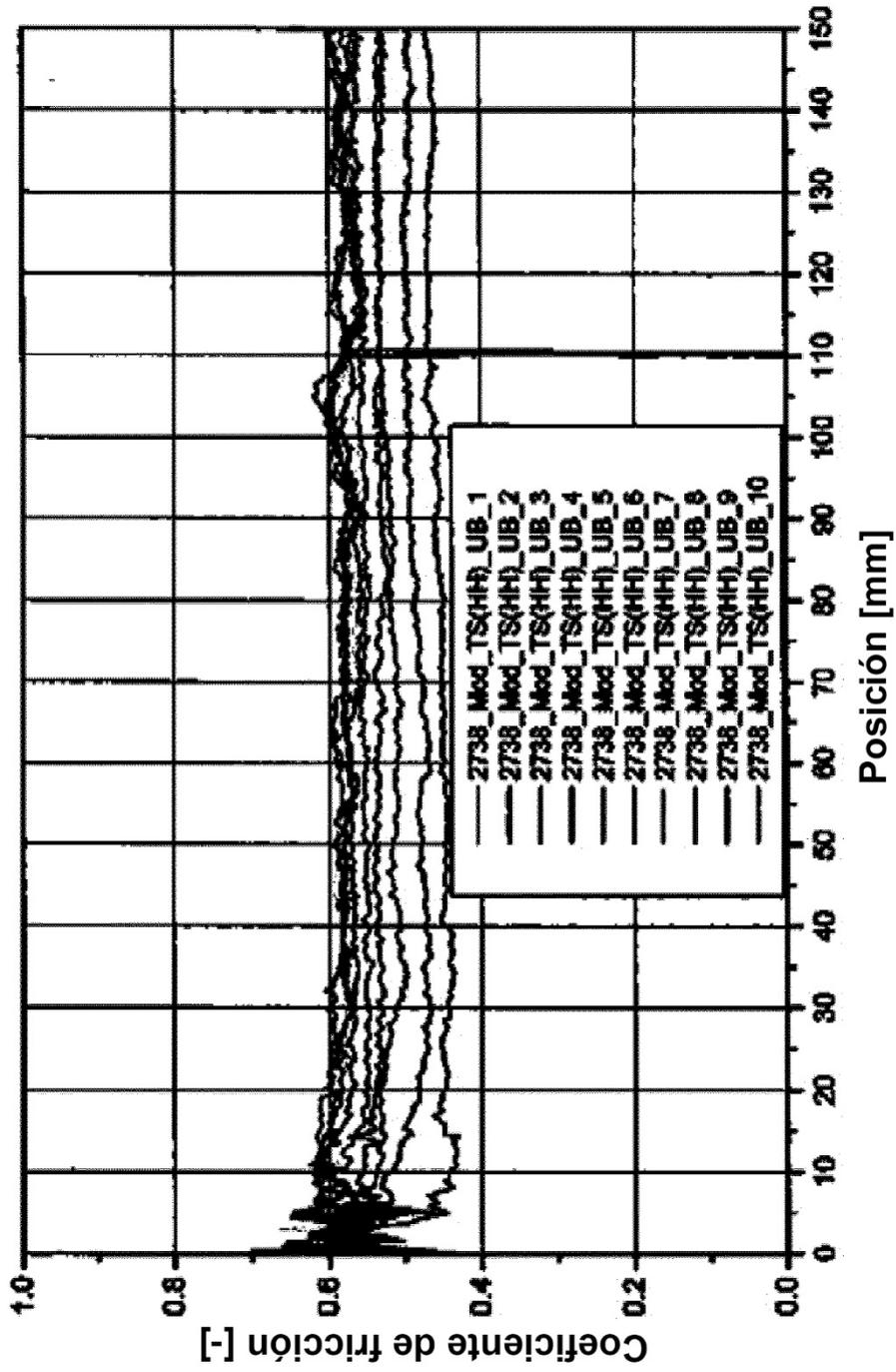


Fig. 3

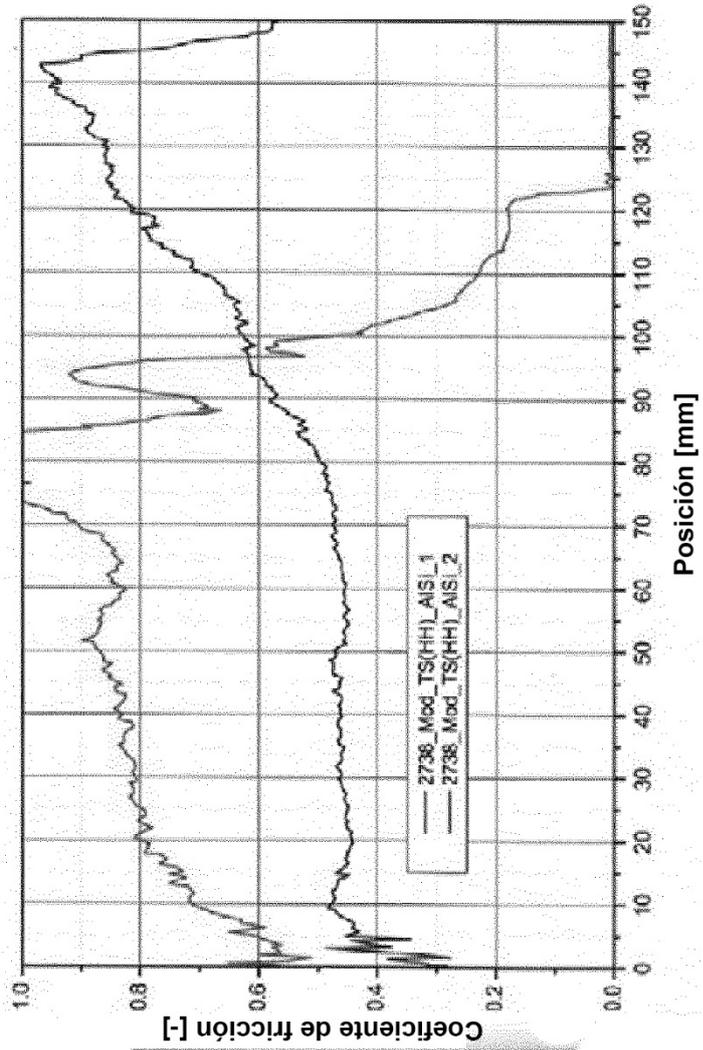
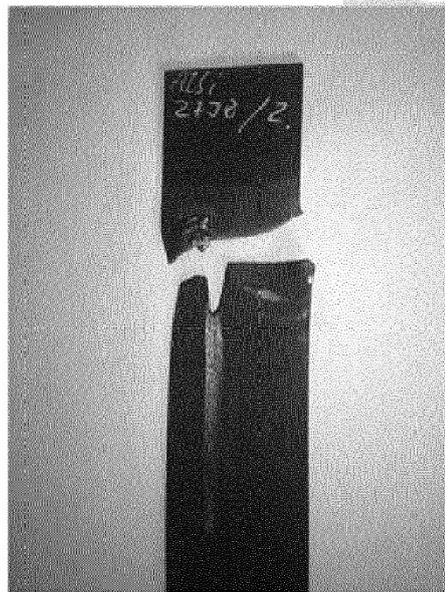


Fig. 4



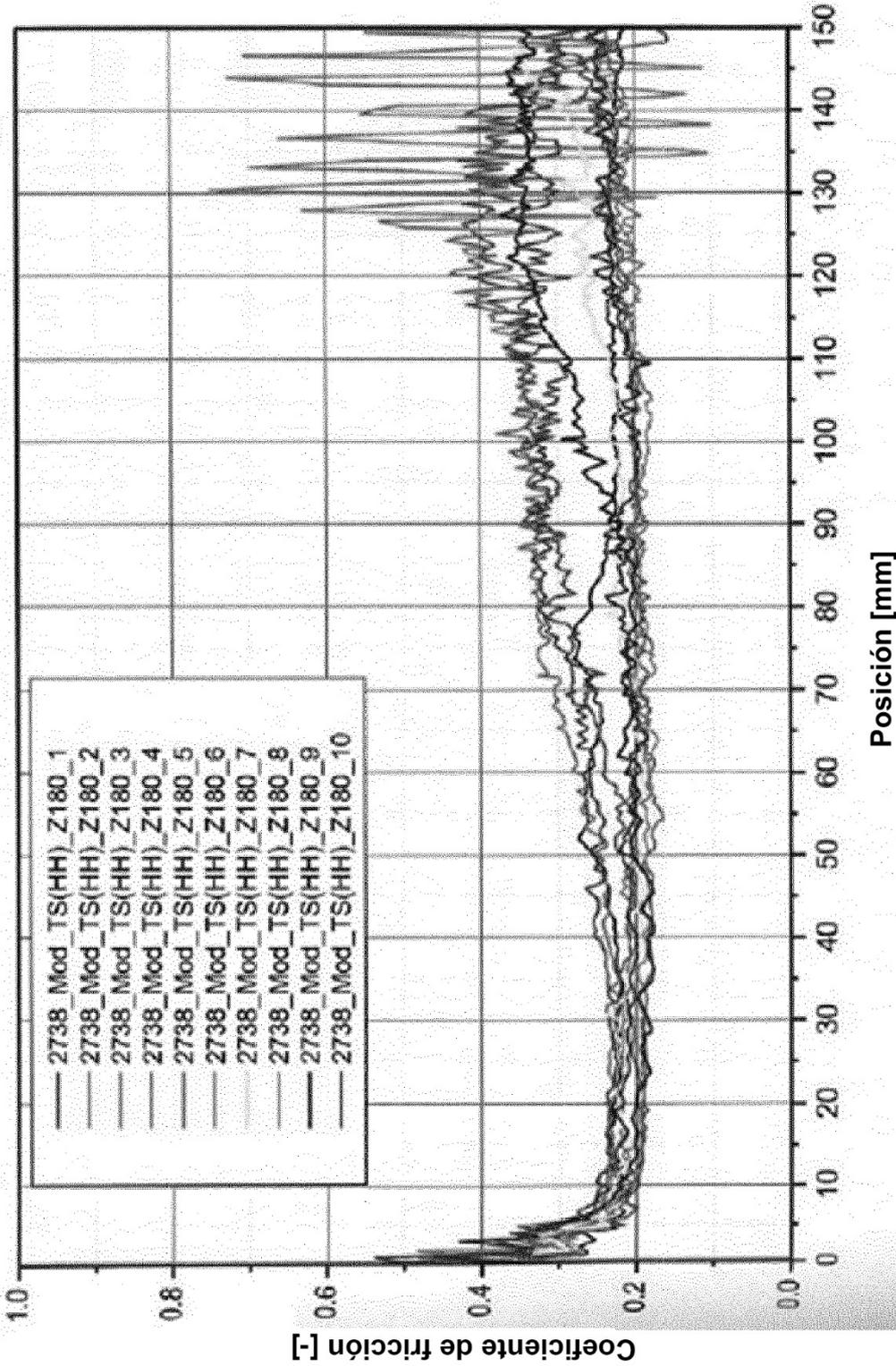


Fig. 5

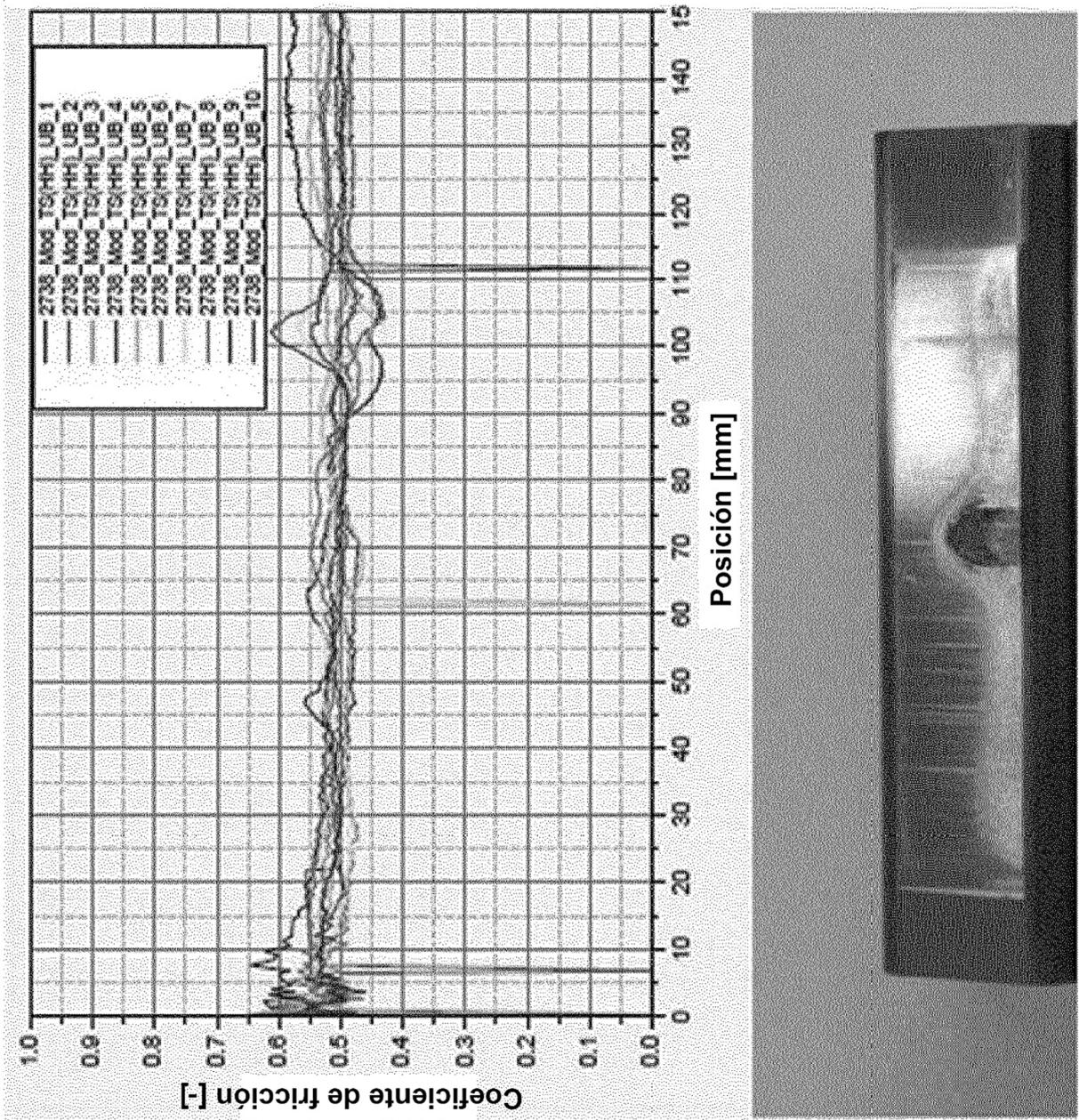


Fig. 6

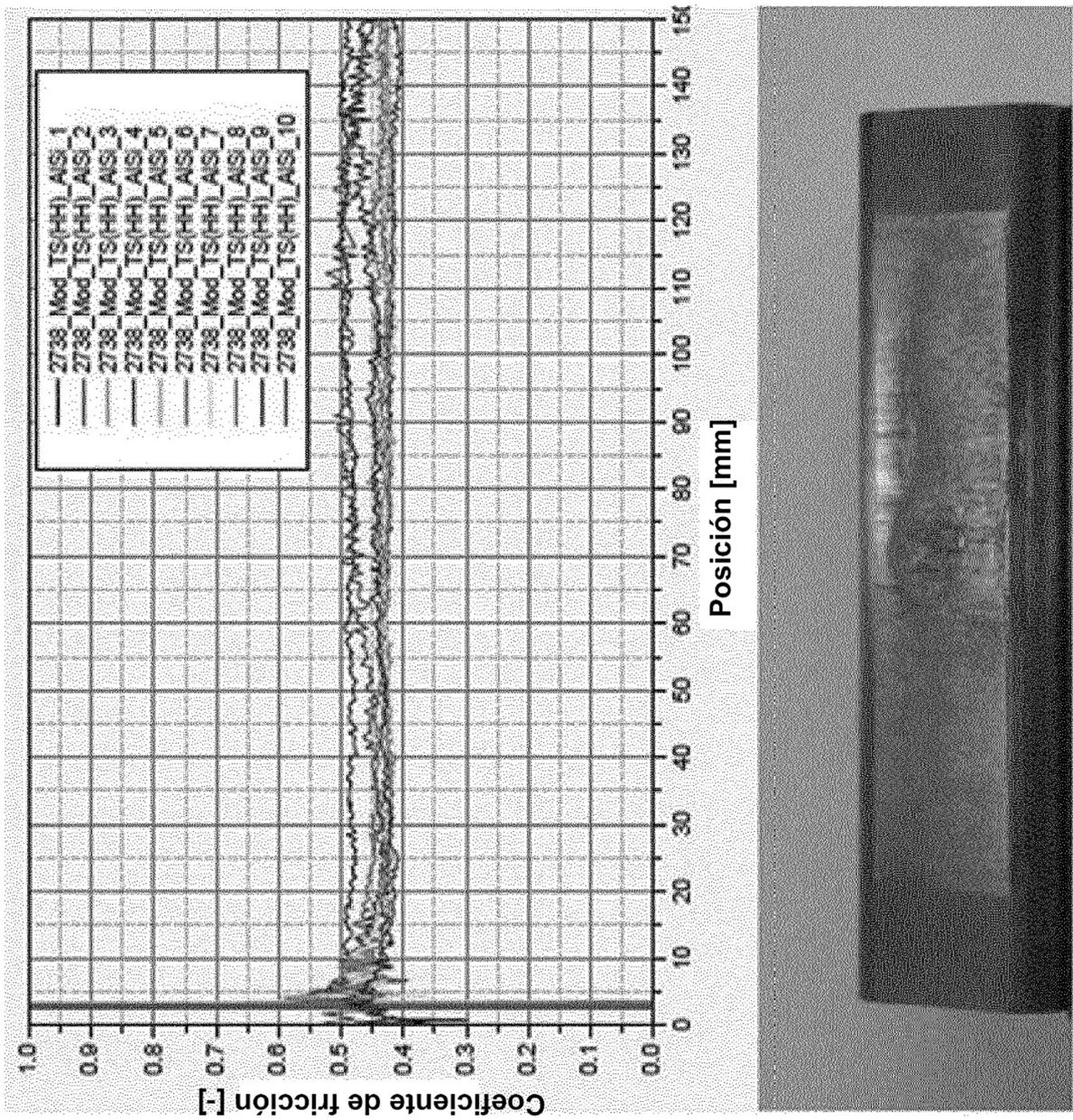


Fig. 7

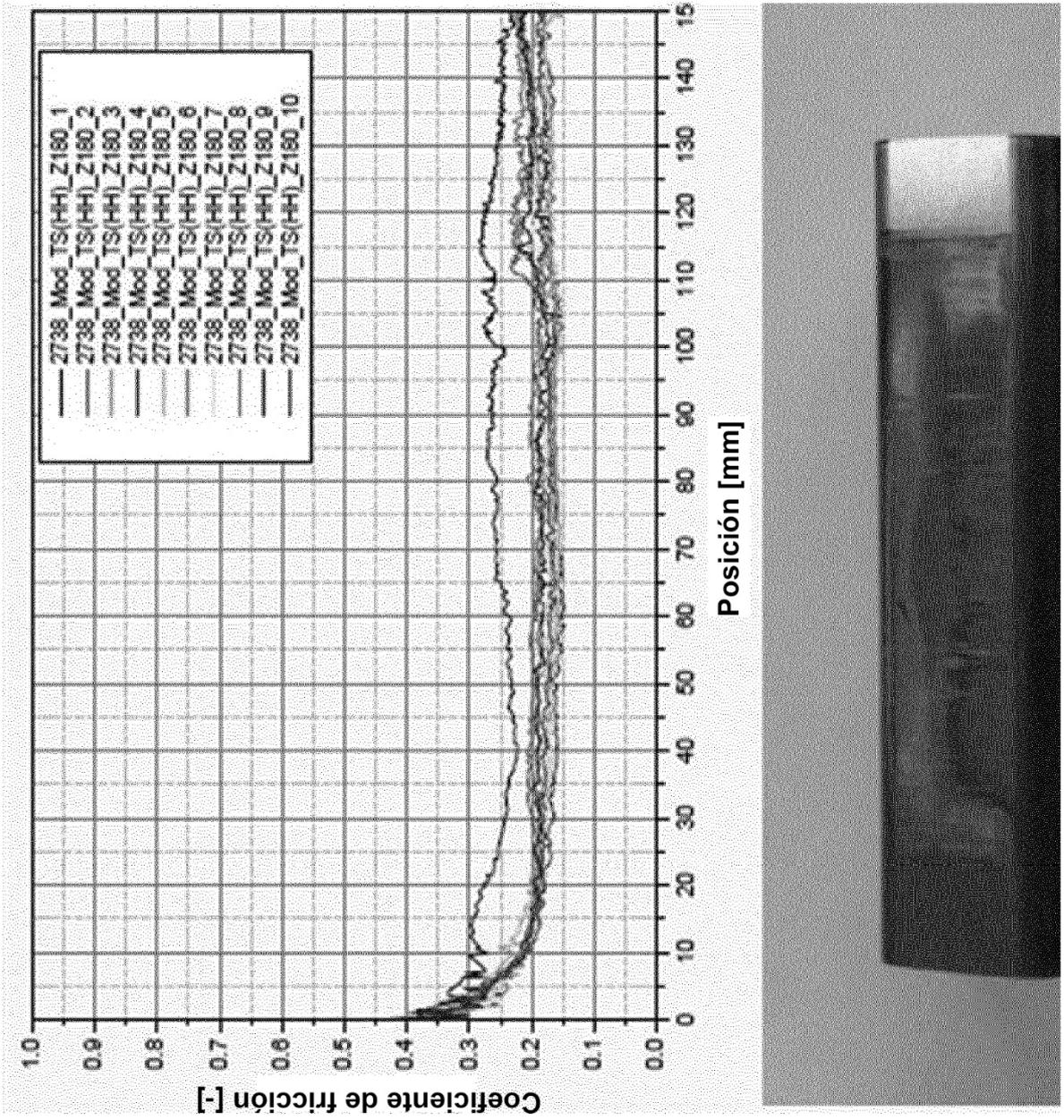
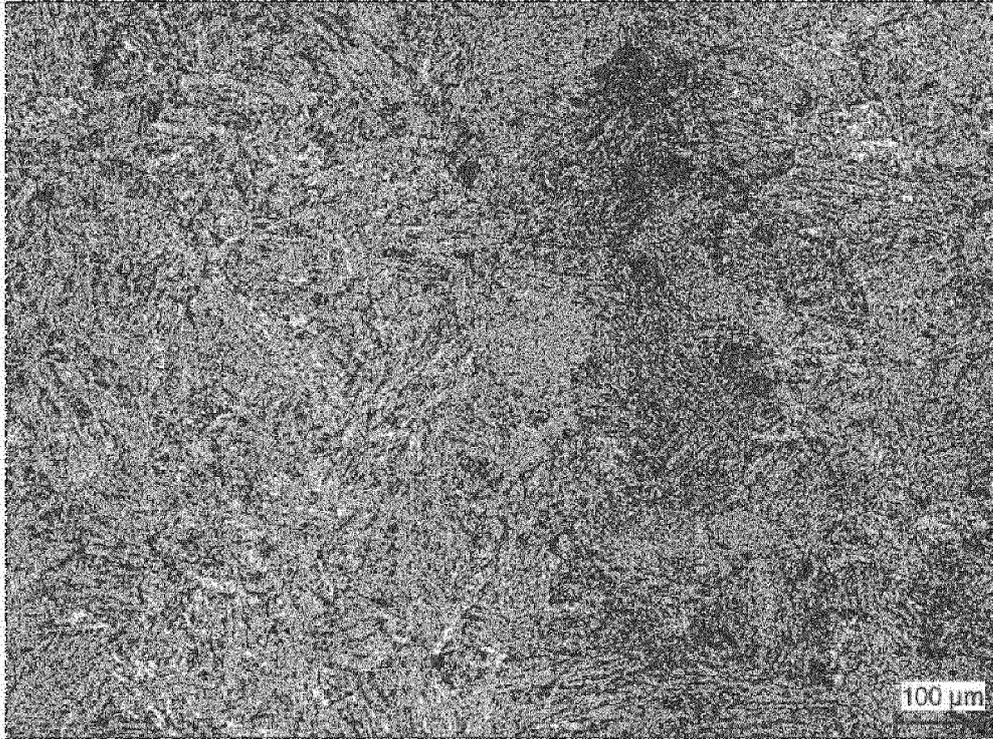
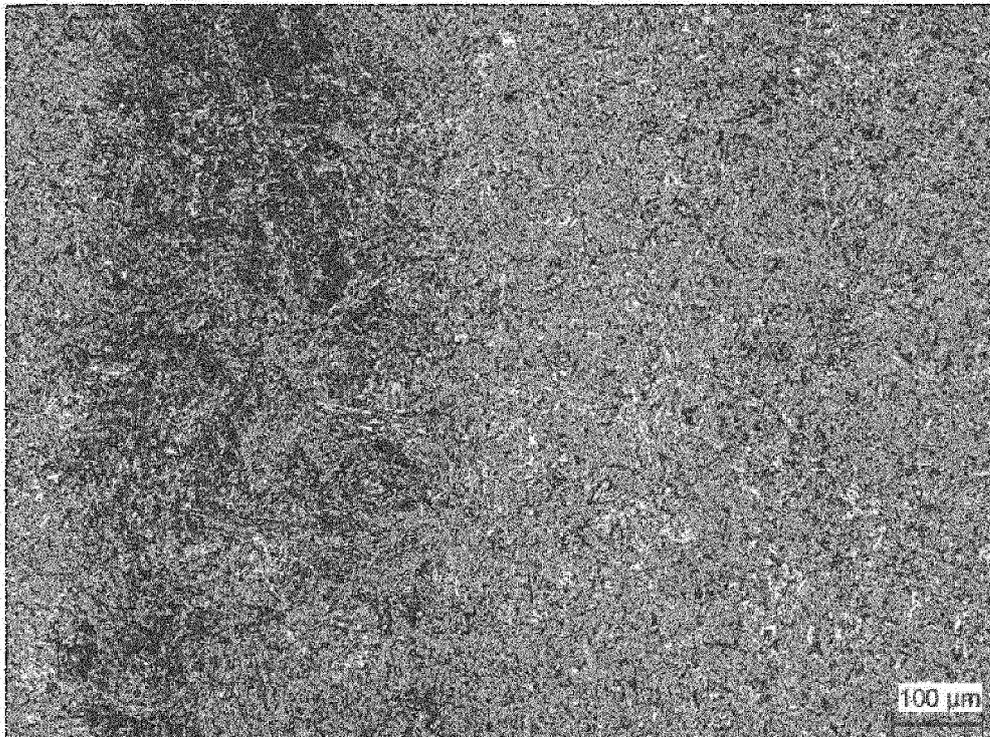


Fig. 8



100x

Fig. 9



100x

Fig. 10