

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 820**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/28**

(2006.01)

**C23C 10/50**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09705444 .9**

96 Fecha de presentación: **29.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2240622**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE UN COMPONENTE DE UN PRODUCTO DE ACERO PROVISTO CON UN RECUBIERTO DE AL-SI Y PRODUCTO INTERMEDIO DE ESTE PROCEDIMIENTO.**

30 Prioridad:  
**30.01.2008 DE 102008006771**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.11.2011**

73 Titular/es:  
**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG  
KAISER-WILHELM-STRASSE 100  
47166 DUISBURG, DE**

72 Inventor/es:  
**MACHEREY, Friedhelm;  
LENZE, Franz-Josef;  
PETERS, Michael;  
RUTHENBERG, Manuela y  
SIKORA, Sascha**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 368 820 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

Procedimiento para la fabricación de un componente de un producto de acero provisto con un recubierto de Al-Si y producto intermedio de este procedimiento

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente de un producto de acero recubierto con recubrimiento de Al-Si. Adicionalmente la invención se refiere también a un producto intermedio, que se genera en el transcurso de este procedimiento y se puede usar para la fabricación de componentes del tipo que se da en la descripción.

10 Productos de acero del tipo que nos ocupa se trata de forma típica de bandas o planchas de acero que están provistas de forma conocida, por ejemplo, mediante aluminizado galvánico con un recubrimiento de Al-Si. Puede tratarse a este respecto sin embargo también de productos semielaborados preconformados, que se preconforman por ejemplo a partir de planchas y luego se acaban finalmente en el respectivo componente.

15 Mediante el recubrimiento de Al-Si se protege el componente conformado a partir del producto de acero respectivo durante su uso práctico frente a la corrosión. El efecto protector frente a la corrosión, en particular la protección frente a la oxidación, es facilitado por el recubrimiento protector de Al-Si ya inmediatamente tras el recubrimiento del sustrato de acero y se mantiene en el transcurso del proceso de conformado. Esto es válido particularmente si se lleva a cabo la conformación con el denominado "endurecido en prensa".

20 En el endurecido en prensa se lleva el producto de partida que se va a conformar antes de la conformación a una temperatura a la que se presenta una estructura al menos parcialmente austenítica, y se conforma en estado caliente. Ya sea durante el proceso de conformado o bien inmediatamente a continuación del mismo se enfría el componente obtenido aceleradamente para formar estructuras martensíticas. Como producto de partida para los endurecidos en prensa se pueden usar productos planos como recortes de chapa o productos semielaborados ya pre-conformados o conformados finalmente.

25 Durante el endurecido en prensa el recubrimiento Al-Si evita que se forme sobre el producto de acero escamas de óxido sobre el producto de acero, que dificultaría el proceso de conformado masivamente. De este modo es posible también formar componentes de aceros de alta resistencia mejorables, que en la práctica se exponen a requerimientos especialmente exigentes.

30 Un producto de acero usado de forma típica para este fin se conoce en la práctica con la designación "22MnB5". A partir de productos de acero de este tipo se fabrican, por ejemplo, piezas de carrocería de vehículos pesados que deben poseer con menores grosores de producto plano y por tanto peso comparativamente bajo una elevada resistencia. Igualmente se pueden endurecer por conformado en prensa también otros productos de acero como, por ejemplo, aceros para embutición profunda del tipo compuesto según la norma DIN EN 10327 conocido con la designación comercial "DX55D", así como aceros microaleados del tipo existente en el mercado con la designación "HX300/340 LAD" aleados según la norma DIN EN 10292. También es posible usar productos de partida que están constituidos según cada tipo por piezas toscas adaptadas / piezas toscas de varios trozos partiendo de varias planchas.

40 Por este motivo el recubrimiento de Al-Si sobre el sustrato de acero se adhiere tan fuertemente que no se rompe o desprende en la conformación, requiriéndose que el producto de acero provisto con el recubrimiento de Al-Si se someta antes de la conformación a un tratamiento térmico en el que el hierro del sustrato de acero se alee en el recubrimiento de Al-Si. A este respecto el objetivo es alear el recubrimiento por todo su grosor para asegurar que también en las capas superiores que limitan con la cara exterior libre del producto plano recubierto del recubrimiento no tengan lugar roturas o desprendimientos. El tipo o el grado de aleación de los recubrimientos de Al-Si tienen adicionalmente también influencia en la capacidad de soldadura y capacidad de barnizado de los componentes fabricados mediante endurecimiento en prensa.

45 Se describe en el documento EP 1 380 666 A1 un procedimiento del tipo descrito previamente. En este procedimiento se calienta una plancha de acero recubierta con un recubrimiento de Al-Si en primer lugar con una duración de 2 a 8 minutos de 900° C a 950° C. Acto seguido se enfría la plancha de acero recubierta hasta una temperatura que llega de 700 a 800° C y se conforma en caliente a esta temperatura. A continuación se enfría la pieza de acero conformada rápidamente hasta una temperatura por debajo de 300° C para producir una estructura martensítica en la pieza de acero obtenida. El tratamiento térmico del sustrato de acero provisto con el recubrimiento se lleva a cabo a este respecto de modo tal que mediante difusión del hierro desde el sustrato de acero tras el tratamiento térmico la proporción de hierro en el recubrimiento se encuentra en un intervalo entre 80% y 95%. De este modo se debe obtener un componente conformado en caliente en el que se combinan una buena soldadura y una buena conformabilidad con una elevada protección frente a la corrosión.

5 Un problema en la realización del tratamiento térmico requerido para la aleación consiste en que además de la regulación de una temperatura de calentamiento suficiente se debe mantener un tiempo de estancia en estufa determinado. La duración que se debe mantener el producto de acero respectivo en la estufa depende de la velocidad de calentamiento del sustrato y de la aleación necesaria del sustrato con la capa de Al-Si. El estado de la técnica es un tiempo de estancia en estufa de cinco a 14 minutos.

10 En la práctica se usan estufas de radiación para el calentamiento realizado antes de la conformación en caliente de los productos de acero provistos con recubrimientos de Al-Si. Los estudios básicos para el comportamiento de calentamiento presentan productos de acero provistos con recubrimientos de Al-Si han concluido a este respecto que en tales estufas la reflexión de la irradiación térmica en la superficie del recubrimiento respectivo conduce a una velocidad de calentamiento reducida en comparación con materiales no recubiertos o recubiertos orgánica o inorgánicamente. Por este motivo se debe considerar una duración temporal relativamente larga para el calentamiento.

Esta duración temporal prolongada conduce en transformadores de productos planos provistos con un recubrimiento de Al-Si a tiempos de proceso demasiado largos, prolongando no solo los tiempos de contacto en la fabricación de componentes, sino que también aumenta el gasto en equipos para las estufas necesarias para el calentamiento.

15 Técnicamente sería también posible calentar más rápidamente el material base de acero de los productos planos con su recubrimiento mediante calentamiento por inducción o conducción. También se podría acelerar el calentamiento mediante convección obligada de la radiación térmica. En el caso de un calentamiento acelerado se da sin embargo el riesgo de que el proceso de aleación discurra en la capa de recubrimiento de Al-Si más lentamente que la velocidad de calentamiento con el resultado de que la capa de Al-Si no se alea completamente o lo hace de forma defectuosa. En el caso extremo puede llegarse incluso a que la capa de Al-Si se desprenda del producto de acero.

20 Del documento DE 10 2004 007 071 B4 se conoce un estudio para acortar el tiempo de proceso en los transformadores de productos planos provistos con un recubrimiento de Al-Si de modo que la aleación del recubrimiento y el calentamiento del producto plano de acero se lleva a cabo a temperatura de calentamiento en dos etapas de trabajo por separado. Esta presencia permite llevar a cabo el proceso de la aleación por el fabricante del producto plano de acero provisto con el recubrimiento ya aleado. El transformador puede realizar el calentamiento del producto plano de acero provisto con el recubrimiento ya aleado, por ejemplo, mediante inducción o conducción en tiempo óptimamente corto, sin que se deba prestar atención a la configuración del recubrimiento. En consecuencia es posible básicamente con uso del procedimiento conocido almacenar productos planos de acero que ya fueron provistos por parte del fabricante con un recubrimiento completamente aleado en un almacén intermedio, pudiéndose realizar pedidos a corto plazo en caso de necesidad por parte de transformadores para el procesamiento posterior.

25 Sin embargo resulta problemático en la propuesta explicada anteriormente que el recubrimiento completamente aleado se encuentre expuesto propiamente tanto durante el almacenamiento de productos planos de acero prefabricados en almacenes intermedios como también en el transcurso de las etapas de proceso llevadas a cabo por el transformador a un ataque corrosivo. Este problema es consecuencia de la proporción en hierro que se encuentra presente en la superficie libre del recubrimiento aleado. Para restringir una corrosión superficial de este tipo se requieren medidas protectoras costosas que menoscaban en gran parte las ventajas logradas con el desacoplamiento de aleación y endurecimiento en prensa. Se llega a que en determinadas circunstancias es difícil un corte requerido por el conformado en caliente de las platinas de producto plano recubiertas con el recubrimiento aleado, ya que las capas de Si-Al aleadas son duras y quebradizas. Partiendo de los antecedentes del estado de la técnica citado previamente la invención se basó en el objetivo de proporcionar un procedimiento que posibilite tiempos de procesamiento cortos para el transformador de productos de acero provistos con un recubrimiento de Al-Si, sin que se deba correr el riesgo de ataques corrosivos o desventajas en un corte perjudicial de los productos planos recubiertos en la comercialización.

30 De acuerdo con la invención este objetivo se consigue mediante el procedimiento indicado en la reivindicación 1. Se dan configuraciones ventajosas de este procedimiento en las reivindicaciones subordinadas a la reivindicación 1.

45 El producto de acero procesado de acuerdo con la invención puede tratarse de un producto plano de acero como una plancha de acero o banda de acero, o un producto semielaborado conformado a partir de una plancha de acero, que se conforma finalmente con endurecimientos en prensa realizados de acuerdo con la invención. También se pueden procesar de acuerdo con la invención planchas compuestas por varias piezas toscas adaptadas / piezas toscas de varios trozos.

50 También en el procedimiento de acuerdo con la invención tiene lugar un tratamiento térmico en dos etapas, en donde se llega en concordancia con el estado de la técnica en la primera etapa de calentamiento a aleaciones de hierro partiendo del sustrato de acero en el recubrimiento de Al-Si.

Sin embargo a diferencia del estado de la técnica se realiza esta primera etapa de aleación se lleva a cabo mediante regulación de una temperatura y duración de tratamiento adecuados de modo que el recubrimiento de Al-Si se alea tras

la primera etapa de calentamiento sólo de forma incompleta con hierro del producto de acero.

5 A continuación se puede enfriar y almacenar el producto de acero provisto con el recubrimiento aleado incompletamente de acuerdo con la invención a temperatura ambiente, hasta que se conduce al procesamiento posterior dando el componente respectivo. Debido a que el recubrimiento de Al-Si se alea en la primera etapa de calentamiento sólo de forma incompleta el recubrimiento de Al-Si presenta también tras la primera etapa de calentamiento una baja tendencia a la corrosión de modo que se pueden llevar a cabo sin problemas su almacenamiento, su transporte y las demás etapas de proceso llevadas a cabo previamente al segundo tratamiento térmico, sin que se requieran medidas adicionales a tal efecto.

10 Al mismo tiempo de acuerdo con la invención en el transcurso de la primera etapa de calentamiento el recubrimiento aleado sólo parcialmente conserva una dureza que aún permite después de la primera etapa de calentamiento partir o cortar los productos planos obtenidos con operaciones de corte sencillas, sin que se llegue a este respecto a un perjuicio desventajoso de la capa de recubrimiento.

15 Antes de su conformado en el componente el producto plano provisto con un recubrimiento prealeado de acuerdo con la invención obtenido tras la primera etapa de calentamiento, sufre una segunda etapa de calentamiento. Esta segunda etapa de calentamiento se lleva a cabo en general por parte del transformador final, realizándose durante la primera etapa de tratamiento térmico completada por lo general en el fabricante de los productos de acero.

20 La segunda etapa de calentamiento se completa a este respecto de forma habitual inmediatamente antes de la conformación térmica. En el transcurso de la segunda etapa de calentamiento se calienta el producto de acero provisto con un recubrimiento de Al-Si prealeado de acuerdo con la invención hasta la temperatura de calentamiento requerida para el endurecimiento subsiguiente, que se encuentra por encima de la temperatura Ac1 a la que el producto de acero presenta una estructura al menos parcialmente austénfica. En caso que se requiera se puede regular una temperatura de calentamiento que corresponde al menos a una temperatura Ac3 o se encuentra por encima para regular en el producto de partida conformado una estructura completamente austenítica.

25 A este respecto se regulan la temperatura y duración de la segunda etapa de calentamiento de acuerdo con la invención de modo que el recubrimiento de Al-Si se alea en el transcurso de la segunda etapa de calentamiento completamente con Fe del producto de acero.

30 De forma sorprendente resulta a este respecto que el recubrimiento aleado incompletamente de acuerdo con la invención con el sustrato de acero presenta un grado de reflexión, que permite frente al calentamiento de productos planos provistos con recubrimientos de Al-Si-Fe aleados completamente claramente mayor velocidad de calentamiento en el calentamiento en estufas de radiación a la temperatura de calentamiento, sin que tenga lugar un desprendimiento del recubrimiento.

Un producto intermedio obtenido de acuerdo con la invención se caracteriza por tanto porque está provisto con un recubrimiento de Al-Si prealeado de forma incompleta con el hierro del sustrato de acero.

35 Tras la segunda etapa de calentamiento se conforma el producto de partida provisto con un recubrimiento de Si-Al-Fe aleado de forma conocida en un equipo de conformado en caliente adecuado dando el componente deseado. El componente obtenido puede tratarse de un componente conformado final o de un producto semielaborado que se recubre a continuación de etapas de conformado adicionales.

40 Ya durante la conformación térmica o inmediatamente a continuación se enfría el componente conformado en caliente de forma controlada para producir la estructura martensítica en el sustrato de acero. Las etapas de proceso "conformado en caliente" y "enfriamiento" se pueden llevar a cabo a este respecto particularmente de forma conocida por "endurecimiento en prensa".

45 Por tanto la forma de proceder de acuerdo con la invención permite proporcionar de forma económica y al mismo tiempo de forma especialmente eficiente, un componente producido mediante endurecimiento en prensa en tiempos de procesamiento cortos. A este respecto no sólo se recorta básicamente el gasto para la etapa de calentamiento realizada por lo general con productores del producto de acero en tanto se acorta el tiempo de proceso y la temperatura de tratamiento para la aleación realizada parcialmente de la capa de Al-Si con el hierro del sustrato de acero respecto al estado de la técnica, sino también que en general en el transformador puede tener lugar la segunda etapa de calentamiento realizada con el recubrimiento de Al-Si aleado incompletamente de acuerdo con la invención con duración de proceso más corta, en consecuencia con menor necesidad de energía e inversión en equipos minimizado.

50

El hecho de que tras la primera etapa de calentamiento llevada a cabo de acuerdo con la invención en la capa de Al-Si se encuentre presente una menor proporción de Fe que en el componente obtenido según el endurecimiento en prensa en caliente, dando lugar a un riesgo de corrosión mínimo, permite particularmente enfriar y almacenar el producto de

acero entre la primera y la segunda etapas de calentamiento a temperatura ambiente, antes de que se conduzca al procesamiento posterior. El efecto protector frente a la corrosión de la capa de Al-Si aleada de forma incompleta disponible tras la primera etapa de calentamiento es a este respecto tan alto que el producto de acero se puede transportar entre la primera y la segunda etapas de calentamiento sin problemas al aire, por ejemplo, entre la fábrica del productor del producto de acero y la fábrica del transformador final.

Ensayos prácticos han concluido que la temperatura de la primera etapa de calentamiento es al menos de 500° C, sin embargo al mismo tiempo como máximo igual a la temperatura  $A_{C1}$  del producto de acero. En la práctica son adecuados por tanto para la primera etapa de calentamiento particularmente temperaturas que se encuentran en el intervalo de 550 a 723° C, en particular de 550 a 700° C. Mediante un calentamiento en este intervalo de temperatura no se empeoran los valores característicos tecnológicos del producto de acero y se sigue obteniendo la estructura base en sus componentes.

La duración temporal planificada para la primera etapa de calentamiento en estas temperaturas de calentamiento es con grosores de recubrimiento de Al-Si en el estado de partida de 10 a 30  $\mu\text{m}$  (que corresponde a 80-150  $\text{g}/\text{m}^2$ ) es de 4 a 24 horas en un calentamiento en la estufa de campana para recocer. A este respecto también se puede plantear un calentamiento en estufas continuas o estufas de cámara alcanzando los tiempos de calentamiento respectivamente menos de una hora.

Se prefieren ajustar temperatura y duración de la primera etapa de tratamiento de modo que el recubrimiento de Al-Si medido partiendo del sustrato de acero se encuentre aleado en al menos 50%, en particular de 70 a 99%, preferiblemente de 90 a 99% de su grosor.

En función de la técnica de estufa disponible en el fabricante del producto de acero se puede llevar a cabo la primera etapa de calentamiento en una estufa de campana para recocer, estufa de cámara o en una estufa continua. En el caso del procesamiento de un producto plano de acero es posible a este respecto obtener una prealeación en una estufa continua que se dispone directamente en línea a la salida de un dispositivo de recubrimiento, de forma similar a como se realiza con un dispositivo para la galvanización y el calentamiento se realiza en un intervalo de temperatura entre 600 y 723° C. Exactamente igual se puede calentar el producto de acero provisto con un recubrimiento de Al-Si aleado parcialmente obtenido de acuerdo con la invención en la segunda etapa de calentamiento en una estufa continua hasta la temperatura de calentamiento requerida. A este respecto se puede realizar el segundo calentamiento por conducción o mediante radiación térmica.

A continuación se aclara más detalladamente la invención en función de un ejemplo de realización.

Se ensayaron probetas de una plancha de acero de 1,5 mm de grosor, que además de hierro e impurezas inevitables contenían (en % en peso): C: 0,226 %, Si: 0,25%, Mn: 1,2 %, Cr: 0,137 %, Mo: 0,002 %, Ti: 0,034 %, B: 0,003% y se habían provisto mediante aluminizado galvánico convencional con un recubrimiento de Al-Si de 20  $\mu\text{m}$  de grosor (que corresponde a 120  $\text{g}/\text{m}^2$ ).

Las probetas se han recubierto en una estufa de ensayo conectada a continuación de una estufa de campana para recocer respectivamente durante ocho horas de un tratamiento térmico que corresponde a una primera etapa de calentamiento del procedimiento de acuerdo con la invención. Un primera parte de la probeta se somete a recocido a este respecto a 500° C, una segunda parte a 550° C, una segunda parte a 550° C y una tercera parte a 600° C. Adicionalmente se someten otras probetas en seis minutos a 950° C en la estufa continua. Esto representa un tratamiento térmico típico para el endurecimiento en prensa, en el que se alea la capa de recubrimiento de Al-Si. Tras los respectivos recocidos se enfriaron las probetas hasta temperatura ambiente. Las probetas obtenidas llegan hasta probetas tratadas térmicamente hasta 950° C presentando respectivamente una capa de recubrimiento de Al-Si completamente aleada.

A continuación las probetas sometidas a recocido previamente y enfriadas en un tratamiento de recocido que corresponde a la segunda etapa de calentamiento se calentaron en una estufa de radiación hasta una temperatura de calentamiento de 950° C, a la que el sustrato de acero alcanzó la estructura austenítica. A este respecto se registraron tasas de calentamiento, es decir, se observó qué rápido se calentaban las probetas hasta la temperatura final de 950° C.

En el diagrama 1 se facilita la temperatura T de las respectivas probetas durante el tiempo de recocido t. Adicionalmente en el diagrama 1 se da la probeta cocida para una primera etapa de calentamiento propuesta (curva “-° C/ -s”).

Se muestra que en las probetas estudiadas resultan tasas de calentamiento óptimas si las probetas se hubieran recocido en la primera etapa de calentamiento en la estufa de campana para recocer durante 8 horas a 550° C o 600° C. Se comprobó un comportamiento de calentamiento igualmente bueno para las probetas recocidas durante seis

minutos en la estufa continua a 950° C.

El peor comportamiento de calentamiento de las probetas recocidas previamente a 500° C durante 8 horas se fundamenta en que con estas probetas en la capa superior no aleada del recubrimiento de Al-Si la reflexión de la radiación se comporta exactamente como en los recubrimientos de Al-Si convencionales en el estado de suministro sin tratamiento térmico previo.

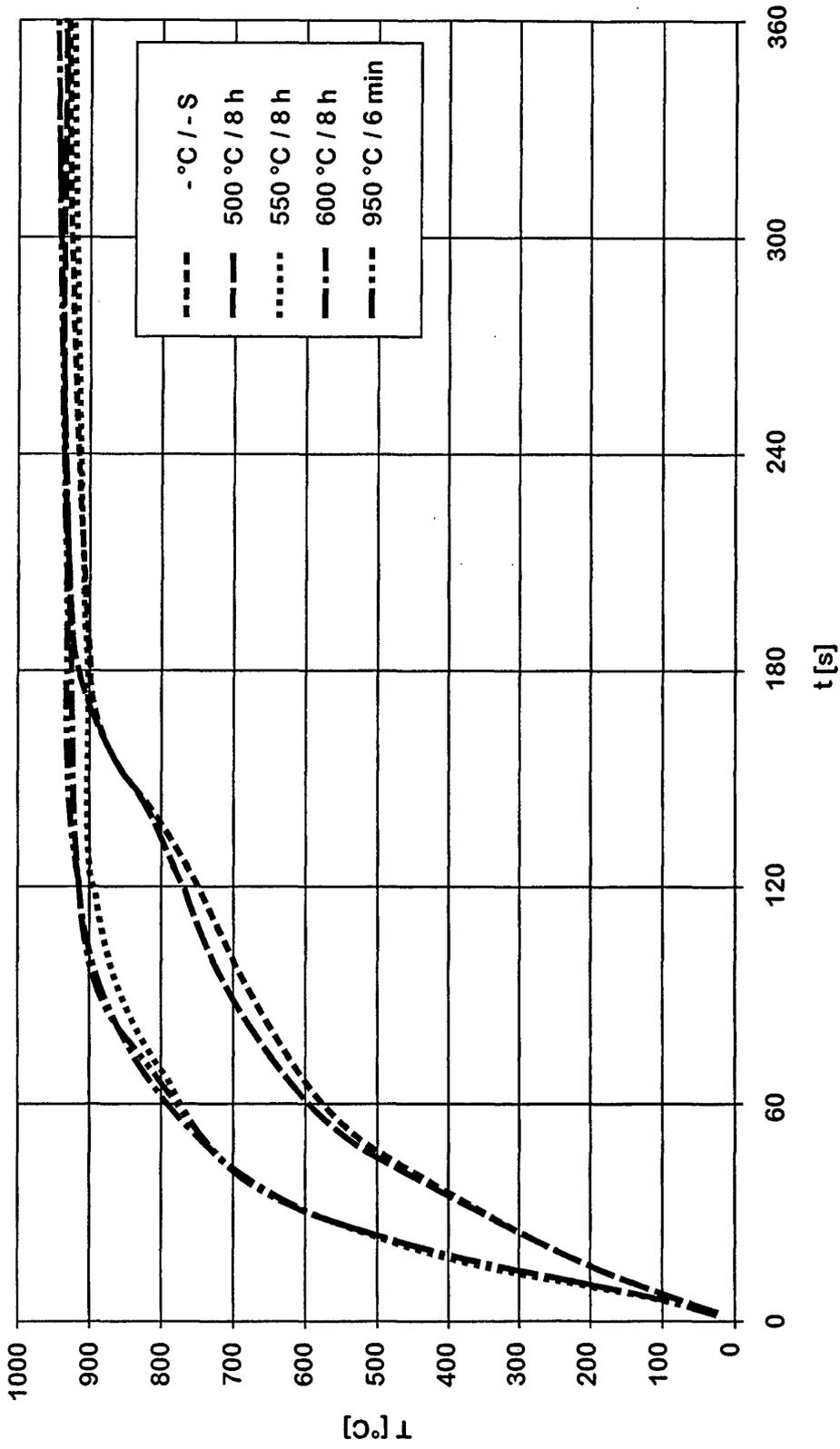
5

Con el proceso de acuerdo con la invención se pueden acortar claramente los tiempos que se necesitan para la aleación en estufas de austenitización antes del conformado en caliente. De esto modo se pudo demostrar que frente a la forma de proceder convencional se puede esperar una ventaja temporal de al menos 90 segundos. Con esta ganancia temporal se pueden concebir de menor tamaño las estufas necesarias para el calentamiento antes del conformado en caliente. En el funcionamiento de las estufas con tamaño convencional se realiza un enfriamiento hasta temperatura ambiente de aproximadamente 10 días, mientras que con la reducción posible con la invención del tamaño de la estufa se puede considerar una ganancia temporal de al menos 2 a 3 días para el enfriamiento.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un componente de un producto de acero recubierto con un recubrimiento de Al-Si, donde en el curso del procedimiento
- 5 - el producto de acero recubierto con el recubrimiento de Al-Si se somete a una primera etapa de calentamiento, en donde la temperatura y la duración del tratamiento térmico se ajustan de modo que el recubrimiento de Al-Si sólo se prealea de forma incompleta con el Fe del producto de acero,
- el producto de acero se calienta en una segunda etapa de calentamiento hasta una temperatura de calentamiento que se encuentra por encima de la temperatura  $A_{c1}$ , a la que el producto de acero presenta una estructura al menos parcialmente austenítica, ajustándose la temperatura y duración de la segunda etapa de calentamiento de modo que el
- 10 recubrimiento de Al-Si se alea en el transcurso de la segunda etapa de calentamiento completamente con el Fe del producto de acero,
- el producto de acero calentado a la temperatura de calentamiento se convierte en el componente y
- el componente obtenido se enfría de forma controlada para producir una estructura martensítica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el producto de acero se enfría entre la primera y la segunda etapas de calentamiento hasta la temperatura ambiente.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** entre la primera y la segunda etapas de calentamiento el producto de acero se transporta al aire.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la temperatura de la primera etapa de calentamiento es al menos de  $500^{\circ}\text{C}$  y al mismo tiempo como máximo igual a la temperatura  $A_{c1}$  del
- 20 producto de acero.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la temperatura de la primera etapa de calentamiento es de  $550$  a  $723^{\circ}\text{C}$ , en particular de  $550$  a  $700^{\circ}\text{C}$ .
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la primera etapa de calentamiento se lleva a cabo en una estufa de campana para recocer.
- 25 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la primera etapa de calentamiento se lleva a cabo en una estufa continua.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la temperatura de calentamiento a la que se calienta el producto de acero en la segunda etapa de calentamiento, corresponde al menos a la temperatura  $A_{c3}$ .
- 30 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la segunda etapa de calentamiento se lleva a cabo en una estufa continua.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la segunda etapa de calentamiento se lleva a cabo en una estufa de cámara.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el producto de acero se compone de un acero para temple y revenido.
- 35 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el producto de acero es un producto plano de acero, como una plancha de acero o una banda de acero.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el producto de acero es un producto semielaborado preconformado.



Diag. 1