

①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①1 Número de publicación: **2 370 326**

②1 Número de solicitud: 200901902

⑤1 Int. Cl.:
G01N 3/08 (2006.01)

①2

SOLICITUD DE PATENTE

A1

④2 Fecha de presentación: **24.09.2009**

④3 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2011**

④3 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
14.12.2011

⑦1 Solicitante/s: **Universidad de Sevilla**
OTRI-Pabellón de Brasil
Paseo de las Delicias, s/n
41013 Sevilla, ES

⑦2 Inventor/es: **Bueno Maldonado, Rafael**

⑦4 Agente: **No consta**

⑤4 Título: **Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos.**

⑤7 Resumen:

Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos.

El objeto de la presente invención consiste en un procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos, empleando para ello el ensayo normalizado de tracción simple sobre probeta cilíndrica y evaluando, mediante instrumento óptico (proyector de perfiles), la máxima deformación producida en la sección menor de la estricción tras la rotura. Dicho procedimiento presenta aplicaciones inmediatas en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, Control de Calidad de metales y Métodos Numéricos.

ES 2 370 326 A1

ES 2 370 326 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos.

5 Objeto de la invención

El objeto de la presente invención consiste en un procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos, empleando para ello el ensayo normalizado de tracción simple sobre probeta cilíndrica y evaluando, mediante instrumento óptico (proyector de perfiles), la máxima deformación producida en la sección menor de la estricción tras la rotura. Dicho procedimiento presenta aplicaciones inmediatas en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, Control de Calidad de metales y Métodos Numéricos.

Estado de la técnica

15 En el campo de la metalurgia, la máxima deformación en rotura capaz de soportar un metal figura entre las características mecánicas fundamentales a la hora de definir las propiedades técnicas de dicho material.

Actualmente se emplea un procedimiento para determinar las deformaciones en rotura en materiales metálicos. Este procedimiento está aceptado internacionalmente y normalizado, de manera idéntica, por las dos normas principales a nivel mundial:

- Euronorma EN-10002-1 “*Materiales metálicos. Ensayos de tracción*”.
- Norma americana ASTM E8/E8M-08 “*Methods for tensión testing of metallic materials*”.

25 Dicho procedimiento, denominado en la Euronorma EN-10002-1 en su Artículo 11 como “*Determinación de la elongación porcentual tras la fractura (A)*” consiste, para probetas metálicas de sección circular, en, tras el ensayo de tracción simple, unir los dos trozos rotos de la muestra de forma que sus ejes se sitúen en una línea recta y comprobar el alargamiento longitudinal que se ha producido. Previamente ha sido preciso establecer unas marcas de calibración en la probeta para posteriormente calcular su alargamiento porcentual. (Fig 1).

Asimismo, dicho parámetro puede medirse automáticamente si se emplean máquinas capaces de medir la extensión en el momento de la fractura utilizando un extensómetro. (En este caso la medida sólo es aceptable si la rotura se produce entre las sondas de medición del dispositivo registrador de alargamiento o extensómetro).

35 El inconveniente principal de dicho procedimiento radica en que el fenómeno de la estricción o deformación localizada condiciona enormemente la medida y plantea numerosas incertidumbres en el resultado.

Así, el alargamiento total longitudinal es la suma del alargamiento en la estricción localizada más el alargamiento uniforme en toda la probeta. Es decir:

$$L_f - L_o = \alpha + \varepsilon_{\max} \cdot L_o$$

45 siendo L_f la longitud final, L_o la longitud inicial, α el alargamiento local por la estricción y ε_{\max} el alargamiento uniforme. Si expresamos la ecuación anterior en términos de deformaciones (ε_f) tenemos que:

$$\varepsilon_f = \frac{L_f - L_o}{L_o} = \frac{\alpha}{L_o} + \varepsilon_{\max}$$

55 Considerando, además, que el alargamiento local por la estricción (α) depende a su vez del diámetro de la barra, se llega a la conclusión, validada experimentalmente, que la deformación plástica total en rotura (ε_f), para probetas de sección circular, es función de la geometría de la muestra.

60 Así, como para un mismo acero, el alargamiento de un centímetro de barra en el cuello depende del diámetro propio de la barra, nos vemos obligados a definir el alargamiento en la estricción tomando como base de medida, no un centímetro, sino un múltiplo del diámetro de la barra. El hecho de que en unas normas se fije un múltiplo y en otras otro subraya el convencionalismo que rodea al procedimiento empleado actualmente. Como ejemplo, en países como España o Alemania se adoptó como patrón de medida los cinco diámetros (A_{5d}) mientras que otros países como Italia o Austria adoptaron como base los diez diámetros (A_{10d}). Este es el principal inconveniente del procedimiento actual, ya que según sea el diámetro de la muestra se obtienen valores distintos de deformaciones en la estricción, no siendo por tanto comparables entre sí, al depender de aquella, los valores calculados de la máxima deformación en rotura.

ES 2 370 326 A1

A pesar de las investigaciones para tratar de establecer una correlación entre las deformaciones plásticas en rotura para muestras de distinta geometría, hasta la fecha no se ha llegado a ningún resultado concluyente. De hecho, la Norma Internacional ISO 2566-1 “Acero. Conversión de valores de alargamiento” intenta paliar dicho inconveniente mediante el empleo de muestras proporcionales así como tabulando mediante tablas y gráficos las correspondencias entre valores obtenidos con distintas longitudes de muestras. La infinita casuística hace que, en la práctica, dicho método no sea viable.

Otros procedimientos de medida han sido desarrollados y patentados al respecto para tratar de medir dicho parámetro de forma unívoca [ES 2 071 875 (1995) “Procedimiento de medición para la determinación del alargamiento de rotura sobre una probeta sometida a tracción, especialmente metálica”, US 7.360.442 B2 (2008) “Method for measuring and calculating tensile elongation of ductile metals”, JP 2004325403 y JP 144588)] hacen únicamente más precisa la medida, pero no eliminan el inconveniente del procedimiento actual.

El objetivo de la presente invención es desarrollar un nuevo procedimiento que elimine los inconvenientes expuestos anteriormente y que permita obtener un valor unívoco para la deformación plástica en rotura en probetas metálicas de sección circular.

Descripción de las figuras

A continuación se pasan a describir de manera muy breve las figuras que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Figura 1.- Marcas de calibración para el cálculo del alargamiento porcentual (según EN-10002-1).

Figura 2.- Criterio de validez de la rotura para la aceptación del ensayo.

Figura 3.- Colocación de la probeta sobre la pantalla del proyector de perfiles.

Figura 4.- Determinación, sobre la pantalla del proyector de perfiles, del valor mínimo del diámetro en la estricción.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en un procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos, empleando para ello el ensayo normalizado de tracción simple (EN 10002-1) sobre probeta cilíndrica y evaluando la deformación plástica en la estricción tras la rotura.

El procedimiento propuesto para cuantificar dicha deformación consta de las siguientes etapas:

- Características de muestras de ensayo.
- Determinación del diámetro inicial de la muestra
- Realización del ensayo normalizado de tracción.
- Determinación del diámetro final de la muestra tras la rotura.
- Obtención del valor de la deformación plástica de rotura.

La principal novedad de la invención radica en cuantificar no las deformaciones plásticas longitudinales, como se hace en la actualidad, sino las seccionales.

Previamente al ensayo de tracción se mide la sección media inicial de la probeta: empleando coordenadas cilíndricas se obtiene que, en la sección central de la probeta, donde se produce la estricción, el estado de deformación queda definido por el siguiente tensor (Bridgman, 1944):

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \begin{pmatrix} \dot{\epsilon}_r & 0 & 0 \\ 0 & \dot{\epsilon}_\theta & 0 \\ 0 & 0 & \dot{\epsilon}_z \end{pmatrix} \quad \text{siendo} \quad \begin{aligned} \dot{\epsilon}_r &= \frac{\partial \dot{u}}{\partial r} \\ \dot{\epsilon}_\theta &= \frac{\partial \dot{v}}{\partial \theta} \\ \dot{\epsilon}_z &= \frac{\partial \dot{w}}{\partial z} \end{aligned}$$

ES 2 370 326 A1

Considerando la hipótesis de que las deformaciones radiales son uniformes (Davidenkov, Spiridinova, 1946 y Goicolea, 1985), resulta:

$$\dot{\epsilon}_r = \frac{\dot{r}}{r} = \frac{\dot{D}}{D} \Rightarrow \epsilon_r = \int \frac{\dot{D}}{D} dt = Ln \frac{D}{D_0}$$

$$\dot{\epsilon}_\theta = \dot{\epsilon}_r$$

siendo r y D el radio y el diámetro en el cuello de la estricción en cualquier instante del ensayo y D_0 en el instante inicial.

Asimismo, para obtener la distribución de deformaciones axiales se desprecian las deformaciones elásticas y se impone la condición de incompresibilidad:

$$lD^2 = l_0 D_0^2 \Rightarrow (l_0 + u_z)D^2 = l_0 D_0^2 \Rightarrow \dot{u}_z = -2l \frac{\dot{D}}{D} \Rightarrow \dot{\epsilon}_z = \frac{\partial \dot{u}_z}{\partial z} \Rightarrow \epsilon_z = -2 \cdot Ln \frac{D}{D_0}$$

Tras la realización del ensayo, se evalúa mediante un proyector óptico de perfiles la sección menor en el cuello de la estricción. Posteriormente se calcula la deformación plástica equivalente desarrollada a partir de la Teoría de la Plasticidad, despreciando las deformaciones elásticas y considerando que las deformaciones tangenciales son nulas, con lo que:

$$\epsilon^p = \int d\epsilon^p = \int \sqrt{\left(\frac{2}{3} \epsilon^p \cdot \epsilon^p\right)} dt = 2 \int \frac{\dot{D}}{D} dt = -2 Ln \frac{D}{D_0}$$

En el momento de la rotura, la máxima deformación plástica alcanzada, el cual es el parámetro que deseamos medir, puede hallarse pues mediante la expresión $\epsilon_f^p = 2 \cdot Ln \frac{D_0}{D_f}$, siendo D_0 el diámetro inicial de la probeta y D_f el diámetro en el cuello de la estricción, en el momento de la rotura.

Denominaremos a este nuevo parámetro como DUCT, en referencia a la ductilidad.

Otra de las novedades del presente procedimiento es el empleo de un proyector óptico de perfiles para la determinación de D_0 y D_f .

Aunque la determinación de D_0 puede hacerse también por un calibre o pie de rey, para evaluar el diámetro menor en la estricción, para la determinación de D_f el proyector de perfiles proporciona una exactitud e inmediatez que no ha sido propuesta en otros métodos (JP 2004325403 y JP 144588). El empleo de dicho equipo plantea además de las ventajas antes mencionadas, la de ser un equipo habitual en los laboratorios de ensayos de materiales.

Dicho procedimiento presenta la ventaja de que obtiene un valor unívoco de la deformación plástica en metales empleado un sencillo equipo óptico.

Los resultados obtenidos permiten ser comparados con resultados obtenidos mediante muestras geoméricamente distintas, pudiendo presentar aplicaciones inmediatas en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, Control de Calidad de metales y Métodos Numéricos.

Modo de realización de la invención

Como ha sido comentado anteriormente, la presente invención tiene por objeto un procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos. A continuación se desarrollan las etapas del procedimiento propuesto:

a) Características de muestra de ensayo

Para el ensayo se empleará una barra recta de sección transversal circular. Se recomienda emplear probetas de longitud ≥ 500 mm para un adecuado manejo en las operaciones de medida. Para el resto de características de la muestra, se seguirán las indicaciones de la norma EN-10002 en su Artículo 6 "Muestra de Ensayo".

ES 2 370 326 A1

Como ventaja del procedimiento propuesto, se destaca que no es necesario emplear probetas proporcionales (según se define en EN-10002, Art. 6.1.1) para la posterior comparación de las deformaciones de rotura.

b) *Determinación del diámetro inicial de la muestra*

La medición del diámetro inicial de la probeta (D_o), previo al ensayo de tracción, se realizará de la forma siguiente:

- Para probetas mecanizadas:

Se determinará el diámetro en el centro de la muestra mediante calibre tipo Vernier, o bien mediante instrumento óptico, de resolución <0.1 mm. Dicha medida se obtendrá considerando la media aritmética de dos medidas realizadas en dos direcciones perpendiculares.

- Para probetas sin mecanizar:

Se determinará el diámetro a partir de la masa y longitud real de la probeta, mediante la expresión siguiente:

$$D_o = 2 \cdot \sqrt{\frac{10^3 \cdot m}{\pi \cdot \gamma_{esp} \cdot l}}$$

siendo:

“m” la masa de la probeta, en gramos (g)

“l” la longitud de la probeta, en milímetros (mm)

“ γ_{esp} ” el peso específico, en kg/dm^3 .

c) *Realización del Ensayo Normalizado de Tracción*

Se empleará una máquina de tracción de, al menos, clase 1. Dicho ensayo se efectuará a temperatura ambiente, entre 10°C y 35°C, y se seguirán las especificaciones de la norma EN-10002-1 en su Artículo 10 “*Condiciones de ensayo*” y Anexo A “*Recomendaciones concernientes al uso de máquinas de ensayo a tracción controladas por ordenador*”.

Con objeto de que las condiciones de contorno (mordazas) no afecten en el resultado del ensayo, éste no se considerará válido si la rotura se produce a una distancia menor de 70 mm o tres veces el diámetro inicial de la muestra, medido desde la zona de actuación de las mordazas. (Fig 2).

d) *Determinación del diámetro final de la muestra tras la rotura*

Se empleará un proyector óptico de perfiles de resolución < 0.005 mm y 0.01° . Para determinar el diámetro final (D_f) tras la rotura se realizarán los siguientes pasos:

- Situar la probeta sobre el proyector de perfiles, recomponiendo los dos trozos de la muestra de ensayo. Dichas piezas se colocarán sobre dos accesorios en forma de “V” o similar (Fig 3) de forma que sus ejes se sitúen en una línea recta. Para evitar que la muestra se mueva durante las mediciones, se dispondrán dos mordazas con tornillo de apriete en los extremos para fijar los dos trozos de la probeta.
- Una vez alineado el eje longitudinal del conjunto con el eje X del proyector de perfiles, poner a cero la referencia absoluta.
- Visualmente, sobre la pantalla del proyector de perfiles, se busca en la zona de rotura el valor mínimo del diámetro en la estricción (y_2-y_1), para lo cual se hacen tres mediciones del mismo en el eje Y del proyector, considerándose D_f como el valor mínimo de las tres medidas. (Fig 4).

Considerando la evidencia experimental de que las muestras iniciales de acero no son perfectamente cilíndricas y que, debido a anisotropía del material las secciones circulares no permanecen circulares durante el ensayo de tracción, en lugar de medir un único diámetro se considerará la media aritmética de dos medidas realizadas en dos direcciones perpendiculares.

ES 2 370 326 A1

e) Obtención del valor de la deformación plástica de rotura

Finalmente, y una vez determinados los diámetros inicial y final, D_o y D_f , se introducirán en la expresión des-
5 arrollada anteriormente, expresada en tanto por ciento, $\epsilon_f^p = 2 \cdot \text{Ln} \frac{D_o}{D_f}$ para determinar la deformación porcentual
plástica de rotura.

10 Siendo

D_o el diámetro inicial de la probeta, antes del ensayo de tracción.

15 D_f el diámetro mínimo en la estricción, tras el ensayo de tracción.

El resultado se redondeará al 0,05% más próximo.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 370 326 A1

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos **caracterizado** porque se cuantifica la máxima deformación seccional, tras la rotura en el cuello de la estricción de una barra recta de

sección circular sometida al ensayo uniaxial de tracción, mediante el nuevo parámetro $DUCT = 2 \cdot Ln \frac{D_o}{D_f}$, siendo:

10 D_o = Diámetro inicial de la muestra y D_f = Diámetro final de la muestra, tras la rotura, medido en la estricción.

2. Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos según reivindicación 1, **caracterizado** porque se emplea para la determinación de D_o y D_f un proyector óptico de perfiles de precisión 0.005 mm o superior.

15 3. Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el valor de D_f se obtiene como la distancia entre las dos tangentes horizontales correspondientes a los puntos de máxima curvatura en la estricción.

20 4. Procedimiento para la determinación de la deformación plástica de rotura en materiales metálicos según reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque para la determinación de D_f se unen las dos partes de la muestra ensayada colocándolas en unos soportes, en forma de V y con mordazas de apriete, en el proyector de perfiles de forma que sus ejes se sitúen en una línea recta y horizontal.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

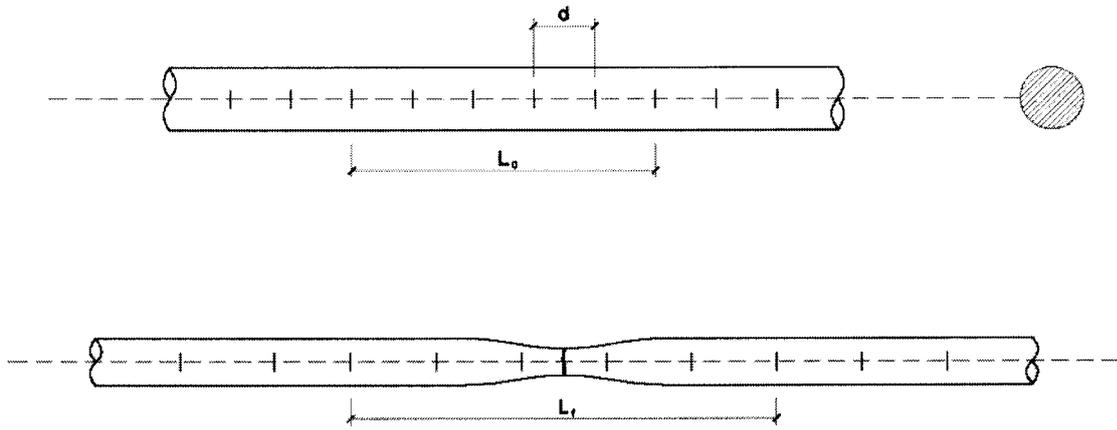


Figura 1

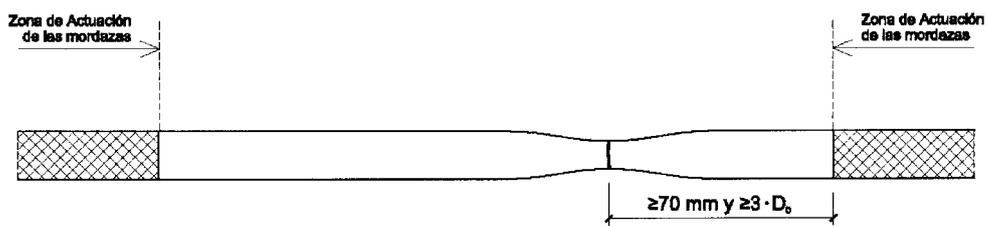


Figura 2

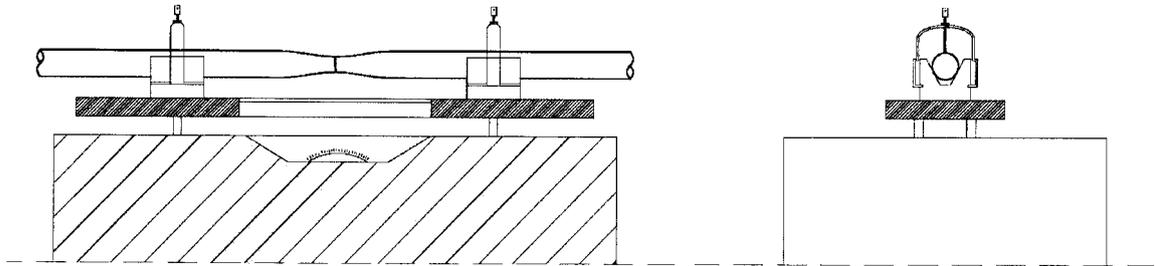


Figura 3

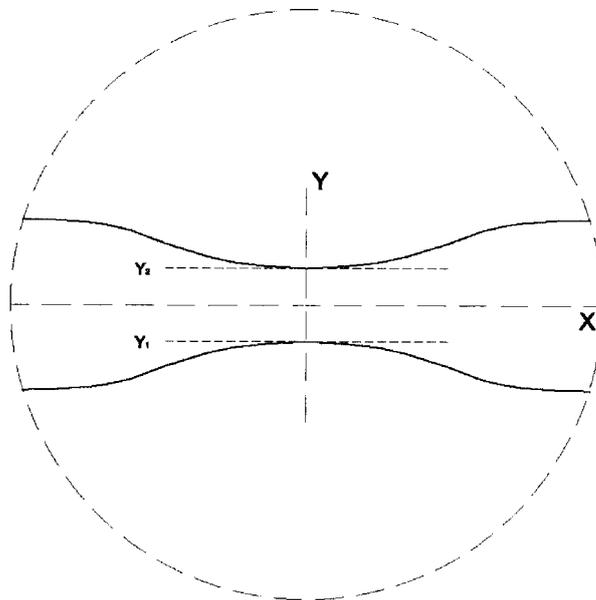


Figura 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901902

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.09.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N3/08** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2007151359 A1 (BROADLEY MARK W et al.) 05.07.2007, párrafos [0002-0015],[0036]; reivindicación 14.	1-4
X	JP 2004325403 A (SHIMADZU CORP) 18.11.2004, resumen; figuras 1,2.	1-3
A	JP 2004144588 A (TOYOTA MOTOR CORP) 20.05.2004, resumen.	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.11.2011

Examinador
J. A. Peces Aguado

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.11.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2007151359 A1 (BROADLEY MARK W et al.)	05.07.2007
D02	JP 2004325403 A (SHIMADZU CORP)	18.11.2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud se refiere a un procedimiento de determinación de la deformación plástica de rotura de materiales metálicos en el que se cuantifica la máxima deformación seccional tras la rotura en el cuello de la estricción de una barra o probeta recta de sección circular a la que se ha sometido a un ensayo de tracción uniaxial. La ventaja del procedimiento propuesto es que evita los factores de efecto debidos a las dimensiones de las probetas y que resultan en una falta de homogeneidad entre las distintas normas aplicadas para determinar el comportamiento plástico o la ductilidad en la rotura de los materiales.

D01 pretende resolver el mismo problema que la solicitud (ver párrafos [0002] a [0015]). A la vista de la dificultad de comparar el comportamiento plástico de los materiales debido al efecto de factores de tamaño de las probetas utilizadas en los ensayos de tracción, se identifica la necesidad de un método que minimice dichos factores. D01 se refiere a un método para medir y calcular la deformación sufrida por una probeta marcada superficialmente a intervalos regulares a la que se le somete a un ensayo de tracción hasta la rotura y en sobre la que se cuantifica, entre otras muchas magnitudes, el diámetro mínimo en la zona de la rotura a efectos de realizar, en último término, una modelización del comportamiento plástico del material que sea independiente del tamaño de la probeta sobre la que se realizan los ensayos de tracción. Concretamente, se utiliza un parámetro que queda recogido en la reivindicación 14 y en el párrafo [0036] denominado "reduction of area" (RoA) que se utiliza en el modelo. El valor máximo de RoA compara el valor de la sección en la zona de la rotura en la estricción con el área de la sección inicial de la probeta. En consecuencia, el procedimiento mide la máxima deformación seccional de la probeta sobre la que se lleva a cabo el ensayo de tracción hasta la rotura pero no la cuantifica mediante el parámetro al que se refiere la reivindicación independiente.

A la vista de D01, la reivindicación 1 de la solicitud es nueva ya que D01 recoge todas las características técnicas de dicha reivindicación excepto la formulación del parámetro propuesto como medio para cuantificar la máxima deformación seccional. Sin embargo dicho parámetro sería conocido para el experto en la técnica que intentaría relacionar los diámetros inicial y final de rotura de la probeta y que, conocedor de la Teoría de la Plasticidad, aplicaría el cálculo de la deformación plástica equivalente y por tanto llegaría a formular dicho parámetro.

La reivindicación 2 de la solicitud se refiere a la utilización de un proyector de perfiles para la determinación de los diámetros inicial y de la rotura. Si bien D01 no refiere los medios utilizados en realizar dichas medidas, se concluye que el experto en el campo técnico tiene esos medios a su alcance y los utilizaría muy probablemente al ser, como indica la propia solicitud, un equipo habitual en los laboratorios de ensayo de materiales. Con lo que la reivindicación 2 carece de actividad inventiva.

Además de que la forma propuesta en la reivindicación 3 para determinar el diámetro mínimo contaría con múltiples opciones equivalentes que el experto en la técnica aplicaría para medir dicho parámetro, el párrafo [0065] de D01 refiere explícitamente una forma de medir el diámetro mínimo que es equivalente a la recogida en la reivindicación 3 de la solicitud de modo que tampoco dicha reivindicación tiene actividad inventiva.

Por último, la reivindicación 4 refiere la unión de las dos partes de la probeta y de medios para su sujeción con vistas a la medida en el proyector de perfiles. D01 también refiere en el párrafo [0060] que ambas partes se enfrentan y se sujetan en un soporte con el fin de realizar las medidas. Aunque D01 no refiere detalles por considerar que son del común conocimiento del experto en la materia. Con lo que se considera que tampoco la reivindicación 4 de la solicitud tiene actividad inventiva.

D02 Se refiere a una máquina para ensayar materiales que calcula la sección transversal de la superficie después de la rotura mediante una cámara fotográfica.

Aunque tampoco menciona el parámetro propuesto en la reivindicación 1 de la solicitud, sería aplicable el mismo planteamiento formulado con D01 respecto a dicho parámetro en referencia a su obviedad para el experto en el campo técnico. En consecuencia, la reivindicación 1 tiene novedad pero no tiene actividad inventiva a la vista de D02.

Las reivindicaciones 2 y 3 tampoco tendrían actividad inventiva ya que en D02 se utiliza un medio equivalente al proyector de perfiles de la reivindicación 2 para la realización de las medidas como lo es una cámara acoplada al equipo donde se realiza el ensayo y con la que se fotografía la superficie de rotura. A partir de dichas imágenes se puede medir el diámetro mínimo de una forma equivalente a la recogida en la reivindicación 3.

D02 no recoge enfrentar y sujetar ambas mitades para realizar las medidas tal como se recoge en la reivindicación 4.

En consecuencia el conjunto de las reivindicaciones 1 a 4 de la solicitud carece de actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.