



Case 3.-

C/L.

M E M O R I A            D E S C R I P T I V A

para una patente de introducción, por diez años, por: " Procedimiento para la fabricación de tubos metálicos sin costura " a favor de la r. s. Alfina Immobilien Finanzierungs & Verwaltungs A. G., residente en Glarus (Suiza).-

==:==:==:==:==:==:==:==:==:==

El objeto de la patente se refiere a un procedimiento para laminar o estirar tubos sin costura de metales duros, especialmente de hierro, y partiendo del tocho o lingote tubular hasta obtener el espesor usual de los tubos de gas, en una sólo operación, laminando  
5 la pieza de trabajo incandescente, sustentada por un espigón o mandril a su paso a través de un gran número de calibres estiradores colocados sucesivamente y formados por rodillos no accionados. Como el esfuerzo necesario para el estirado de la pieza se transmite por el mandril únicamente por el fondo del tocho tubular (ó del lingote perfora  
10 do), en el caso en que la disminución total de sección en una pasada sea tan grande que, con el esfuerzo necesario para obtenerla más el que se necesita para vencer las resistencias en los calibres estiradores, se obtenga en la sección más pequeña de la pieza un esfuerzo



superior al coeficiente de resistencia, se producirá la rotura en la sección peligrosa. El esfuerzo soportado por la indicada sección transversal peligrosa no puede reducirse practicamente como se quiera por el hecho de que las distancias, en que se suceden los calibres laminadores, se agranden tanto que del gran número de calibres necesario para verificar la reducción total perseguida en la sección transversal, sólo uno o unos pocos calibres estiradores actúen en cada momento simultáneamente sobre dicha pieza de trabajo. En efecto, en este caso el banco de laminación debería tener tal longitud que resultaría muy difícil la ejecución de dicho banco. Además como la velocidad de la pieza de trabajo no puede aumentarse a voluntad, durante el tiempo requerido para atravesar toda la serie de calibres la pieza de trabajo, antes de terminar éste, se enfriaría por bajo de la temperatura necesaria para la elaboración. El medio de reducir las resistencias que por los calibres se oponen al paso de la pieza de trabajo, por el hecho de que dichos calibres se formen de rodillos lo más pequeños posible, tampoco basta por sí sólo para lograr que la sección transversal peligrosa de dicha pieza se descargue tanto que pueda renunciarse por completo al accionamiento exterior de los rodillos o de una parte de los mismos.

Para evitar por completo rodillos accionados se ha propuesto ya prever por detrás o entre los calibres estiradores, cuyos rodillos poseen cuando más un diámetro doble al del correspondiente calibre, unos calibres tales que produzcan un rozamiento aumentado gracias al hecho de que el diámetro de sus rodillos sea mayor que el de los rodillos restantes, que por ejemplo sea 1.5-4 veces mayor que el diámetro del calibre.

Sin embargo, se ha comprobado que no cumplen este objeto todas las disposiciones de calibres, en las que los diámetros de los rodillos son tales que el diámetro del rodillo mayor es inferior al límite superior  $2d$  y entre los cuales se colocan algunos calibres llamados de rozamiento de diámetros entre  $1.5$  y  $4d$ , y que no es indiferente el orden en que se suceden los rodillos de los distintos diámetros.



Las dificultades originadas por el esfuerzo de tracción de la pieza de trabajo y la necesidad de adoptar medidas especiales para reducir este esfuerzo, sólo naturalmente viene a cuento cuando se trata de obtener en una sólo operación una reducción lo más intensa posible en la sección transversal de la pieza de trabajo, por ejemplo a menos de  $1/5-1/15$  y aún todavía menos, pudiéndose denominar el valor recíproco de la reducción de la sección transversal "factor de estiraje". Las condiciones más favorables tanto por lo que respecta al esfuerzo necesario, se obtienen cuando el estiraje que hay que producir se logra con el número menor posible de calibres, o sea cuando cada calibre realiza un estiraje de laminación de próximamente 20 % y aún hasta de 25 % en relación con la sección transversal con que entra en él la pieza de trabajo.

Para un estiraje o laminación total a  $1/5$  de la sección transversal de la pieza de trabajo se necesitarán por lo menos 6 calibres de rodillos, para un estiraje a  $1/10$  por lo menos 12 y para un estiraje a  $1/15$  por lo menos 15, esto es por lo menos un número sucesivo de calibre igual al factor de estiraje.

Según el objeto de la patente es preciso que el diámetro de los rodillos (medido siempre en el punto más profundo de la garganta de los rodillos o sea en el diámetro mínimo) sea en el calibre mayor por lo menos 0,3 y en el calibre menor cuando más 2,5 del correspondiente diámetro interior del calibre, y la relación entre el diámetro de los rodillos y el de los calibres crezca gradualmente desde el calibre mayor hacia el calibre más pequeño.

En la fabricación de tubos de un diámetro inferior a unos 100 m/m. con el espesor usual en la pared de los tubos de gas (unos 2 a 3 m/m) el diámetro de los rodillos, que dentro de los límites anteriores es en el calibre mayor, menor que el diámetro interior del calibre, debe crecer gradualmente hacia el calibre más pequeño hasta un valor situado sobre el diámetro interior de este calibre. La magnitud efectiva de los rodillos del calibre más pequeño se hace preferentemente lo menor posible dentro del valor  $d > D$  (en que D es el



diámetro interior del calibre y  $\underline{d}$  el diámetro de los rodillos de este calibre), pero suficientemente grande para que la relación  $\frac{\underline{d}}{D}$  pueda reducirse hacia el calibre mayor de estiraje, o sea hacia el primero, en gradaciones que deben cumplir los requisitos que después se explicarán, sin que se alcance el valor límite que no se ha de sobrepasar en la práctica, con el que  $\underline{d}$  es simplemente 0,3 de D.

En el estiraje de un tocho tubular de 102 m/m. de diámetro con un mandril o espigón de 49 m/m. de diámetro a un diámetro exterior de 55 m/m. se obtuvieron por ejemplo buenos resultados con 15 calibres sucesivos, en los que el más pequeño, o sea en el calibre 15 era  $\frac{d_{15}}{D_{15}} = 1.36$  y en el primero, o sea en el calibre mayor  $\frac{d_1}{D_1} = 0,72$ .

Para elegir el valor del diámetro de los rodillos de los diversos calibres o las gradaciones de la reducción de los diámetros de los rodillos, han de servir de guía las consideraciones explicadas con referencia al adjunto dibujo.

La fig. 1 es una sección longitudinal esquemática por los calibres de un banco de empuje, la fig. 2 es una sección transversal por uno de los calibres en mayor escala y la fig. 3 una vista frontal parcial de un calibre en mayor escala aún.

El espigón o mandril  $\underline{b}$  que sustenta al lingote tubular  $\underline{a}$  cerrado por uno de sus extremos  $\underline{c}$  (fig. 1), se empuja con la velocidad V en dirección de la flecha a través de los sucesivos calibres  $K_1 - K_n$ . En esta operación la sección transversal primitiva de la pieza de trabajo  $Q_0 = \frac{D_0^2}{4} \pi = \frac{d_0^2}{4} \pi$  ( $D_0$  es el diámetro exterior del lingote y  $d_0$  el diámetro del mandril embutidor) se ha de estirar a la sección transversal  $Q_n = \frac{D_n^2}{4} \pi = \frac{d_n^2}{4} \pi$ . En el dibujo se han ilustrado únicamente el primero y los tres últimos calibres, aunque el número de los mismos es de 6-16 y superior según el estiraje.

Los calibres  $K_1 - K_n$  se componen de rodillos locamente giratorios, o sea no accionados, los cuales con sus gargantas abrazan lo más completamente posible a la pieza de trabajo (fig. 2). Preferentemente sin embargo las gargantas de los rodillos sólo se adaptan co-



mo se desprende de la fig. 3 a lo largo de un arco de unos  $30^\circ$  a los dos lados del plano central de los rodillos a la periferia circular de la sección transversal de la pieza de trabajo, y de ésta se separa un poco hacia afuera en el borde de dicho rodillo. Como diámetro  $d$  de los rodillos se adopta el medido en el fondo de la garganta, o sea el diámetro más pequeño del rodillo. La sección  $W_0$  de la pieza de trabajo, sección que llega desde la sección transversal  $n-n$  que pasa por los ejes de los rodillos del último calibre  $K_n$ , hasta el extremo cerrado  $c$  del tocho tubular, se mueve con la velocidad  $V$  del mandril en la dirección de avance, de suerte que en la sección transversal  $n-n$  no existe ninguna diferencia de velocidad entre el mandril y el material. Como por un aumento del diámetro de los rodillos (siendo igual la relación de estiraje de la sección transversal  $Q_{n-1}$ , con que la pieza de trabajo entra en el calibre  $K_n$ , respecto a la sección transversal  $Q_n$  con que el material sale de este calibre) se puede aumentar la presión perpendicular a la pieza de trabajo y por consiguiente la presión de compresión del material en el mandril, puede aumentarse tanto el rozamiento que el fondo de dicha pieza se descargue de la presión del mandril y una parte del esfuerzo de tracción del material se pase del fondo del mismo a la sección transversal  $n-n$ . Por efecto del estiraje producido por el calibre  $K_n$  el material se corre hacia atrás con la velocidad  $s_n$  en contra de la dirección de avance del mandril, de suerte que dicho material entre el último y penúltimo calibre  $K_n$  y  $K_{n-1}$  se mueve en dirección del avance con la velocidad  $V-s_n$ . Mientras que la compresión del material producida por los rodillos del último calibre contra el mandril puede ser tan grande que dicho material se una completamente al mandril, en el penúltimo calibre  $K_{n-1}$  esto no es permisible, de suerte que en este mandril los rodillos deben tener un diámetro menor, en relación al diámetro  $D_{n-1}$  de los calibres, que en el último calibre, esto es, debe ser  $\frac{d_{n-1}}{D_{n-1}} < \frac{d_n}{D_n}$ . Esto limitaría hacia arriba el diámetro de los rodillos del penúltimo calibre. La limitación hacia abajo se determina por los calibres precedentes  $K_{n-2}$  a  $K_1$ . Por una parte gracias al he-



cho de que para los rodillos de todos los calibres precedentes se requiere la condición de que la relación  $\frac{d}{D}$  sea en cada calibre precedente menor que para el calibre siguiente en la dirección de avance, pero que esta relación  $\frac{d_1}{D_1}$  no debe hasta el primer calibre  $A_1$  descender por bajo de 0,5 y en el caso extremo no debe descender por bajo 0,3. Por otro lado el diámetro de los rodillos hacia abajo se limita también por el hecho de que el esfuerzo de rozamiento entre el material y el mandril no debe ser tan grande que se impida el corrimiento con la velocidad  $s_n$  hacia atrás, pero siempre por bajo de este límite debe ser lo más grande posible para conseguir una descarga parcial de la pieza de trabajo de los esfuerzos de tracción producidos por el mandril de empuje.

En la sección  $w_2$  entre los calibres  $K_{n-1}$  y  $K_{n-2}$  el material por efecto del estiraje provocado por el calibre  $K_{n-1}$  se expulsa hacia atrás con la velocidad  $s_{n-1}$ , de suerte que dicho material se mueve bajo los rodillos del calibre  $K_{n-2}$  con una velocidad en la dirección de avance que es  $s_n + s_{n-1}$  menor que la velocidad de avance  $V$  del mandril. El diámetro  $d_{n-2}$  de los rodillos del calibre  $K_{n-2}$  debe ser según esto suficientemente pequeño para que el rozamiento originado por la compresión del material en el mandril no impida el corrimiento de dicho material hacia atrás, y los rodillos del calibre puedan girar con la velocidad periférica  $V - (s_n + s_{n-1})$ . Sin embargo los rodillos atendiendo a los mayores calibres que se suceden hacia atrás (en contra de la dirección de avance). Se deben escoger tan grandes como sea posible, con objeto de lograr que el material se descargue parcialmente gracias a la compresión contra el mandril, del esfuerzo de tracción, y hacer posible que se reduzca más la relación  $\frac{d}{D}$  hacia los calibres mayores siguientes hacia atrás hasta el primer calibre  $K_1$  sin que se descienda por bajo del límite inferior.

A pesar de la reducción gradual de la relación  $\frac{d}{D}$  de  $\frac{d_n}{D_n} > 1$  (cuando mas 2.5) a  $\frac{d_1}{D_1} < 1$  (no inferior a 0,3) el valor absoluto del diámetro de los rodillos no experimenta una reducción demasiado grande, pues el valor de  $D$  crece gradualmente desde el calibre mas peque-



ño  $K_n$  hacia el calibre mayor  $K_1$ . Otra circunstancia que permite reducir el diámetro de los rodillos no demasiado con relación a los rodillos del calibre inmediatamente más pequeño, se encuentra en que la presión radial permitida en el calibre, puede, siendo mayor el espesor de la capa del material, ser mayor que en una capa más delgada de dicho material, sin que se frene demasiado el corrimiento hacia atrás de dicho material bajo los rodillos, de suerte que se presente en dicha sección una acumulación o represa de material pasado al calibre inmediatamente más pequeño. Pero el aumento de la compresión al crecer el espesor de la capa del material es sin embargo también necesario para producir entre este material y el mandril el rozamiento requerido a través de un mayor espesor en la pared del mismo material.

Por el hecho de que para el calibre  $K_n$  más pequeño el diámetro de los rodillos no se escoja tan grande que por la presión de dichos rodillos se fuerce el material a entrar en la rendija existente entre los mismos, y la relación entre el diámetro de los rodillos y el diámetro de los calibres se reduzca gradualmente hacia los calibres mayores, no se originará en ningún calibre una presión tan alta que el material empujado a la rendija existente entre los rodillos forme nervios tan gruesos que en el próximo calibre no puedan compensarse sin una laminación excesiva, y por otro lado la compresión entre el material y el mandril de embutición sea suficiente para que éste reparta sobre todos los calibres el esfuerzo de tracción del material, [(producido por la fuerza que se requiere para producir el estiraje desde la sección transversal inicial  $\frac{\pi}{4} (D_o^2 - d_o^2)$  a la sección transversal final  $\frac{\pi}{4} (D_n^2 - d_n^2)$ ,] y se la comunica a la pieza de trabajo para que en ninguna sección transversal de ésta pueda presentarse un esfuerzo que supere al límite de desgarre del material.

Sin embargo para el valor absoluto del diámetro de los rodillos de un calibre existe una tolerancia que corresponde a la fuerza que se requiere para que el material se acumule en esta sección situada entre el calibre correspondiente y el inmediato calibre menor. Dentro de es



ta tolerancia siendo suficientemente grande el número de calibres, puede uno en los diversos calibres separarse del valor más favorable de la relación  $\frac{d}{D}$  para poder emplear por motivos constructivos <sup>en</sup> /dos o varios calibres sucesivos rodillos con diámetros iguales.

5 Debe advertirse finalmente que por los primeros y últimos calibres antes mencionados se deben entender siempre únicamente calibres de estirar, esto es, calibres que producen un estiraje o laminación efectiva y no sirven para otros fines, por ejemplo para el alisado o aflojamiento del material.

10 N O T A.-  
=====

La presente patente de introducción comprende las siguientes reivindicaciones:

15 1.- Un procedimiento para la fabricación de tubos metálicos sin costura, en el que el tocho tubular asentado sobre un mandril se estira en una operación a 1/5 por lo menos de la sección transversal de dicho tocho, por medio de calibres estiradores constituidos por rodillos locamente giratorios, caracterizado porque el estiraje se realiza en un número de calibres sucesivos, igual al menos al factor de estiraje, en los cuales la relación entre el diámetro de los rodillos y el diámetro de los calibres crece escalonadamente desde el calibre máximo hacia el mínimo y porque el diámetro de los rodillos en el calibre máximo de estiraje es por lo menos 0,3 veces y en el menor cuando más 2,5 veces la luz interior del correspondiente calibre.

20 2.- Un procedimiento según lo reivindicado en el punto 1, caracterizado porque el estiraje se realiza en una serie de calibres que se componen de rodillos locamente giratorios, cuyo diámetro dentro de los límites señalados en el punto 1, es en el calibre máximo, menor que su diámetro interior y crece gradualmente hacia el calibre más pequeño hasta una magnitud superior a la luz o diámetro interior  
30 de este calibre.

3.- Procedimiento para la fabricación de tubos metálicos sin



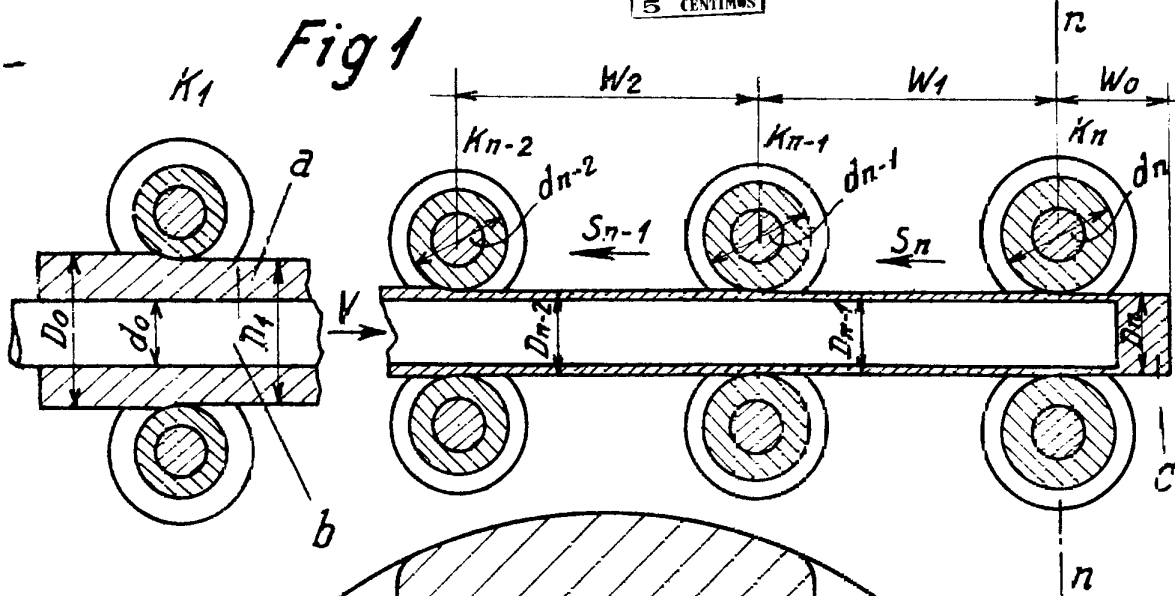
costura.- Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los dibujos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de nueve páginas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

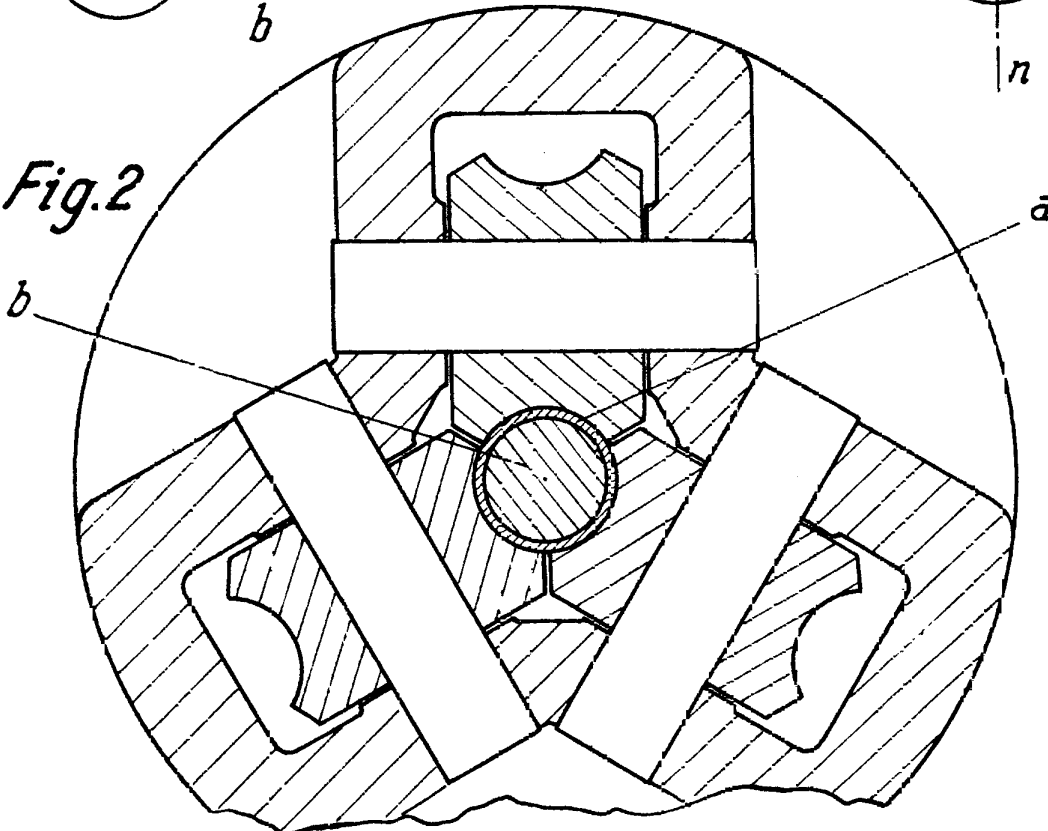
Madrid, a 20 de Enero de 1936.-

GUILLERMO ROEB  
P.P.

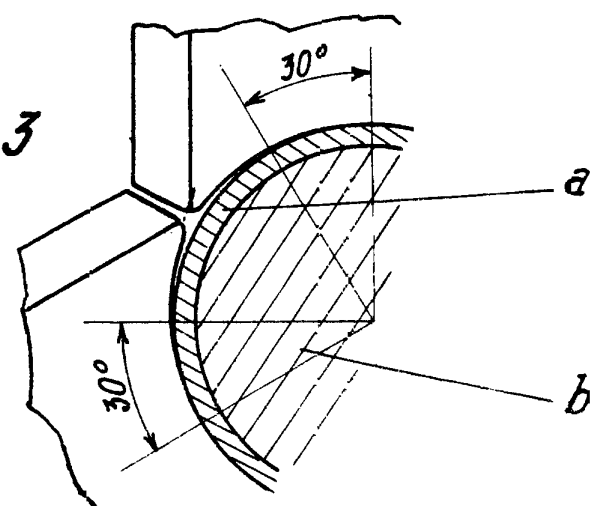
A handwritten signature in dark ink, written over the typed name "GUILLERMO ROEB". The signature is cursive and somewhat stylized, with a long horizontal flourish extending to the left.



**Fig. 2**



**Fig. 3**



A handwritten signature in cursive script, possibly reading "E. Müller".

