

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

5 DIC. 1978

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES

| | |
|----|-----------------------|
| 11 | NUMERO |
| 21 | 469.259 |
| 22 | FECHA DE PRESENTACION |
| | 28-4-1978 |

A1

PATENTE DE INVENCION

| | | | | | |
|----|--------------|----|----------|----|---------|
| 50 | PRIORIDADES: | 52 | FECHA | 53 | PAIS |
| 31 | NUMERO | | | | |
| | EN 77/13196 | | 2-5-1977 | | Francia |

| | | | | | |
|----|---------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------------|
| 47 | FECHA DE PUBLICIDAD | 51 | CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62 | PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
| | | | B.21D, F.28F | | |

| | |
|----|---|
| 54 | TITULO DE LA INVENCION |
| | "PROCEDIMIENTO PARA EL ALIVIO DE TENSIONES EN UN TUBO MANDRINADO MECANICAMENTE" |

| | |
|----|---|
| 71 | SOLICITANTE (S) |
| | ELECTRICITE DE FRANCE, Service National |
| | (B.6200.4 PG) |

| | |
|--|---|
| | DOMICILIO DEL SOLICITANTE |
| | 2 rue Louis Marat, 75008 París, Francia |

| | |
|----|---------------------------------|
| 72 | INVENTOR (ES) |
| | Georges LE HUEDE y Guy ZACHARIE |

| | |
|----|--------------|
| 73 | TITULAR (ES) |
| | |

| | |
|----|---------------------------------|
| 74 | REPRESENTANTE |
| | DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ |
| | (P.-68.639) |

jga

1

El presente invento se refiere a un procedimiento que permite asegurar la relajación de los efectos residuales de un tubo fijado por mandrinado o expandido mecánico sobre un soporte, en la zona que asegura la transición entre la parte mandrinada y la parte no deformada de este tubo.

5

10

Se conoce perfectamente en la técnica, el procedimiento del mandrinado mecánico de tubos sobre un soporte, en particular sobre una placa que tiene ánimas que reciben tales tubos, del género placa de tubos de intercambiador de calor, consistiendo este procedimiento, en un primer tiempo, en ensanchar cada tubo por el interior para llevarle a contacto con la superficie del ánima correspondiente y, luego, en un segundo tiempo, en forzar el tubo contra esta pared, provocando una verdadera laminación o forjado en frío del metal del tubo que asegura la adherencia de éste con la placa. Ventajosamente, los materiales del tubo y de la placa son elegidos de tal manera que sus características mecánicas conduzcan a una deformación plástica del tubo sin sobrepasar el límite de elasticidad de la placa. Si fuera necesario, el mandrinado realizado puede ser completado por una soldadura de extremidad.

15

20

25

De manera clásica, el mandrinado de tubos se efectúa por medio de útiles apropiados, denominados mandrines, que tienen generalmente una serie de rodillos con ejes paralelos o inclinados con relación al del ánima y del tubo aplicado en este, siendo arrastrados estos rodillos a rotación y forzados hacia el exterior por un husillo axial desplazado entre estos rodillos. Estos empujan la pared del tubo contra la del ánima.

30

24048

1 En el espacio que separa la parte mandrinada,
propriadamente dicha, de mayor diámetro, de la parte donde
el tubo presenta su diámetro nominal inicial, el tubo pre-
senta esfuerzos residuales de tensión no despreciables,
5 susceptibles de dar lugar a fisuras en medio corrosivo y,
llegado el caso, a una perforación de los tubos en funcio-
namiento. Parece por tanto indispensable realizar, antes
de la explotación de los tubos, en particular en un inter-
cambiador de calor, un alivio de tensiones previo de las
10 regiones precedentes, a fin de obtener una relajación casi
total de estos esfuerzos residuales, perjudiciales para la
buena conservación ulterior de estos tubos.

 Se han considerado ya diversos procedimientos
de alivio de tensiones que consisten, más particularmente,
15 en un tratamiento térmico de las zonas en cuestión. Sin
embargo, esta operación presenta dificultades para ser rea-
lizada correctamente, en la medida en que el calentamiento
debe ser limitado a la zona o región de transición entre
parte mandrinada y parte no deformada de los tubos, a fin
20 de no aliviar simultáneamente los esfuerzos que aseguran
la resistencia mecánica del propio mandrinado, sobre todo
si el coeficiente de dilatación de los tubos es superior
al de la placa. Además, cuando el tubo es más resistente
a la fluencia que la placa, por ejemplo, cuando este tubo
25 está realizado en acero inoxidable austenítico o en alea-
ción con alto contenido de níquel, y la placa en acero al
carbono, por ejemplo, el ciclo térmico aplicado, limitado
en temperatura para no degradar las características de la
placa, no conduce mas que a un pequeño debilitamiento de
30 los esfuerzos más allá de la zona mandrinada.

1 Habida cuenta de estas dificultades, ninguno de
estos procedimientos ha constituido, sin embargo, el obje-
to de una aplicación industrial extendida y, en la mayoría
de los casos, se ha estado obligado por tanto, hasta ahora
5 a no practicar alivio de tensiones de las zonas en cuestión.

El presente invento se refiere a un procedimien-
to para el alivio de tensiones de un tubo mandrinado mecá-
nicamente sobre un soporte, en particular en su zona de
transición, apto para ser puesto en práctica una vez efec-
tuado el mandrinado, es decir, después de que la unión en-
10 tre el tubo y el soporte haya sido realizada.

A este efecto, el procedimiento considerado se
caracteriza porque consiste en deformar diametralmente, de
manera permanente y en una magnitud controlada, el tubo man-
15 drinado al menos en su zona de transición entre la parte
mandrinada y la parte del tubo en que éste ha conservado
su diámetro nominal, y con exclusión de la parte mandrina-
da.

Este procedimiento se basa en un principio gene-
20 ral conocido que consiste en aliviar los esfuerzos residua-
les de una pieza tratada imponiéndole mecánicamente una de-
formación, de tal manera que se alcance el límite de elas-
ticidad global de la pieza. Las zonas sometidas a esfuerzos
residuales se deforman entonces plásticamente, mientras que
25 aquéllas en las que no existen esfuerzos, están menos soli-
citadas, permaneciendo la deformación controlada para evi-
tar una laminación perjudicial de la pared del tubo en la
zona mandrinada. Resulta de ello una adaptación de las di-
ferentes zonas de la pieza, de tal manera que después de la
30 relajación, es decir cuando la pieza ha vuelto prácticamen-

1 te a su forma inicial, el nivel de los esfuerzos residua-
les locales haya disminuido considerablemente. A título
indicativo, tal proceso de alivio de tensiones mecánico
se aplica corrientemente sobre partes rectas de tubos,
5 después de enderezamiento, produciendo un esfuerzo de trac-
ción que impone, al final de la fabricación, un ligero
alargamiento del tubo. Sin embargo, este procedimiento no
se presta al caso particular más especialmente considera-
do, en que los tubos son mandrinados sobre un soporte y,
10 en particular, sobre una placa.

El procedimiento según el presente invento se
basa en una puesta en práctica diferente de este mismo
principio, buscando una deformación diametral controlada
de las zonas en cuestión.

15 En un primer modo de puesta en práctica del pro-
cedimiento, se provoca la deformación diametral del tubo
por el mando del avance axial de un útil de forma cónica
u ojival por medio de un gato o análogo. En una variante,
se puede utilizar, para obtener el mismo efecto, un útil
20 expansible radialmente hacia el exterior.

Según otra variante, igualmente, se provoca la
deformación diametral del tubo por medio de un mandrin de
rodillos giratorios. Finalmente, en otra variante, se pro-
voca la deformación diametral del tubo introduciendo en
25 su interior, un fluido a presión. De preferencia, el pro-
cedimiento se aplica al alivio de tensiones mecánico en
tubos de intercambio de calor, en U, idénticos, cuyas dos
extremidades están fijadas sobre una misma placa soporte,
y se caracteriza porque todos los tubos son deformados en
30 una magnitud que corresponde a una variación idéntica de

1 volumen.

5 Otras características del procedimiento para el alivio mecánico de esfuerzos en un tubo mandrinado sobre un soporte, según el invento, aparecerán aún a través de la descripción que sigue de varios ejemplos de puesta en práctica, dados a título indicativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

10 las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas, en corte longitudinal parcial, de un tubo mandrinado sobre una placa y de un útil aplicado en el interior de este tubo, que permite la relajación de los esfuerzos en la zona de transición entre la parte mandrinada y la parte exterior, de diámetro nominal, de este tubo;

15 la figura 3 ilustra, a menor escala, otra variante de una instalación de realización de este procedimiento.

20 En la figura 1, la referencia 1 designa la extremidad de un tubo cilíndrico metálico, fijado sobre una placa transversal 2, igualmente metálica, por un procedimiento de mandrinado clásico. A este efecto, la placa 2 comprende un ánima 3 cuyas dimensiones permiten la aplicación del tubo 1, siendo forzada la parte 4 de este tubo situada en el ánima por cualquier medio apropiado, tal como un mandrin de husillo axial (no representado), contra la pared interna de este ánima, realizando el mandrinado del tubo y la adherencia de este último. La parte 4 así mandrinada se conecta a la parte 5 del tubo, de diámetro nominal, más allá del ánima 3, por una zona de transición 6, representada en trazos interrumpidos en el dibujo.

30 Conforme al invento, el alivio de tensiones de

30

24048

1 los esfuerzos residuales creados por el mandrinado en la
zona de transición 6, es realizado gracias a la aplicación,
por el interior del tubo y más allá de la parte mandrina-
da 4, de un útil 7 de forma cónica u ojival, que permite,
5 como consecuencia de un avance axial progresivo en el inte-
rior del tubo, realizado por un gato neumático o hidráuli-
co en especial, hacer sufrir a la zona de transición 6 una
deformación hacia el exterior para llevarla, al final de
la carrera, a la posición 8 ilustrada en trazo continuo en
10 la figura. A título indicativo, la deformación a aplicar
sobre la zona de transición es, generalmente, del orden de
0,5% sobre el diámetro, y puede ser obtenida automáticamen-
te, por ejemplo controlando la amplitud del desplazamiento
del útil 7.

15 La variante ilustrada en la figura 2 consiste en
utilizar el útil 7 (del tipo mandrin) provocando la defor-
mación de la zona de transición 6 del tubo mandrinado por
medio de un husillo axial que lleva rodillos giratorios 9.
Allí aún, la relajación de los esfuerzos, consecuencia de
20 la deformación hacia el exterior de la zona de transición
6, es ajustada fácilmente, programando la parada del husi-
llo que lleva los rodillos después de un número de vueltas
conveniente de éstos, correspondiente a una deformación de-
terminada, definida por un calibrado previo.

25 En otra variante de puesta en práctica del pro-
cedimiento según el invento, ilustrada en la figura 3, la
deformación de las zonas de transición del tubo 1 después
de mandrinado de sus extremidades 10 y 11, es realizada
por puesta a presión hidráulica de este tubo. A este efec-
30 to, las extremidades mandrinadas son obturadas por dos jur

1 tas desmontables, respectivamente 12 y 13, siendo atrave-
sada la junta 12 por una canalización 14 que conecta el in-
terior del tubo con una bomba hidráulica 15 o análoga, mi-
diéndose la presión en este conducto 14 mediante un manó-
5 metro 16. Igualmente, la junta 13 es unida por un conducto
17 con una válvula de escape y de vaciado 18.

 En esta variante de puesta en práctica, la pre-
sión creada por la bomba hidráulica 15 en el interior del
tubo 1, es elegida para producir una deformación suficien-
10 te de las zonas de transición del tubo más allá de las par-
tes mandrinadas, realizando un esfuerzo circunferencial
medio que alcanza un valor determinado. Sin embargo, hay
que observar que, a fin de calcular la presión mínima ne-
cesaria de alivio de tensiones de todos los tubos de un su-
15 ministro dado, se puede llegar, en razón de dispersiones
importantes en las características mecánicas y geométricas
de estos tubos, a una situación tal que la presión neces-
aria para el alivio de tensiones del tubo más resistente,
conduzca a una deformación excesiva del tubo menos resis-
15 tente. Puede, por tanto, ser perjudicial aplicar a todos
los tubos una presión interna única para conseguir el ali-
vio de tensiones de las zonas de transición.

 Ventajosamente, el proceso empleado es convenien-
temente modificado de manera que imponga a los tubos una
20 variación de volumen idéntica para todos ellos, lo que
vuelve de hecho a imponer una deformación en lugar de un
esfuerzo.

 La relación que asocia, en efecto, la variación
de volumen interior ΔV del tubo a la variación de diáme-
tro $\Delta \phi$ del tubo, está dada por la fórmula:

1

$$\Delta V = \frac{\pi}{2} L \phi_i^2 \left(\frac{\Delta \phi}{\phi_i} \right) \quad (1)$$

5

donde L es la longitud del tubo y ϕ_i el diámetro interior medio. Este volumen ΔV es también el del fluido a inyectar después del llenado del tubo cuando se procede con un fluido incompresible.

10

La relación (1) anterior tiene la ventaja de no hacer intervenir el espesor de los tubos. Además, para un mismo suministro de tubos, las variaciones en el diámetro interior son, en general, pequeñas, del orden del 2% en más o en menos. Por consiguiente, la variación de volumen

15

ΔV necesaria para obtener una deformación $\frac{\Delta \phi}{\phi_i}$ dada no variará de un tubo a otro, mas que si varía la longitud L. En particular, para intercambiadores de calor cuyas longitudes de tubos no varían en límites, demasiado grandes, la variación de volumen ΔV necesaria para el alivio de tensiones será, prácticamente, siempre la misma.

20

25

El procedimiento según el invento permite, por tanto, obtener de manera simple y práctica el alivio mecánico de tensiones en tubos mandrinados sobre un soporte y, en particular, sobre una placa, mejorando así considerablemente las características mecánicas de estos tubos frente a la corrosión bajo tensión, gracias a la relajación de los esfuerzos que, en ciertos medios, pueden producir fisuras irremediabiles. Hay que observar, finalmente, que el procedimiento del invento se aplica, como ya se ha precisado, al caso en que los tubos están fijados sobre su placa

30

1 - o soporte por mandrinado mecánico previo; por el contrario,
si la fijación de los tubos resulta de una deformación por
expansión hidráulica, el procedimiento no presenta interés,
no engendrando tal proceso de fijación esfuerzos residua-
5 les análogos a los del mandrinado mecánico.

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.- Procedimiento para el alivio de tensiones en un tubo mandrinado mecánicamente, caracterizado porque consiste en deformar diametralmente, de manera permanente y en una magnitud controlada, el tubo mandrinado al menos en su zona de transición entre la parte mandrinada y la parte del tubo en que éste ha conservado su diámetro nominal, y con exclusión de la parte mandrinada.

15

20

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se provoca la deformación diametral del tubo por el mando del avance axial de un útil de forma cónica u ojival por medio de un gato o análogo, presentando el útil un diámetro inferior al diámetro interno de la parte mandrinada del tubo.

25

3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se provoca la deformación diametral del tubo mediante un útil expansible radialmente hacia el exterior.

30

4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se provoca la deformación diametral del tubo por medio de un mandrin de rodillos giratorios.

5ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se provoca la deformación diametral

1 del tubo por la introducción de éste de un fluido a presión.

5 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 5ª, aplicado al alivio mecánico de tensiones de tubos de intercambio de calor en U, idénticos, cuyas dos extremidades están fijadas sobre una misma placa soporte, caracterizado porque todos los tubos son deformados en una magnitud que corresponde a una variación de volumen idéntica.

10 7ª.- Procedimiento para el alivio de tensiones en un tubo mandrinado mecánicamente.

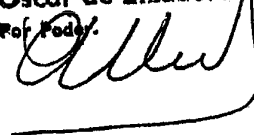
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

15 Esta Memoria consta de once hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 13 JUN. 1978

P.A.

Oscar de Elizaburu
Ref. Peda.



20

25

30

03068

Jga

FIG. 1

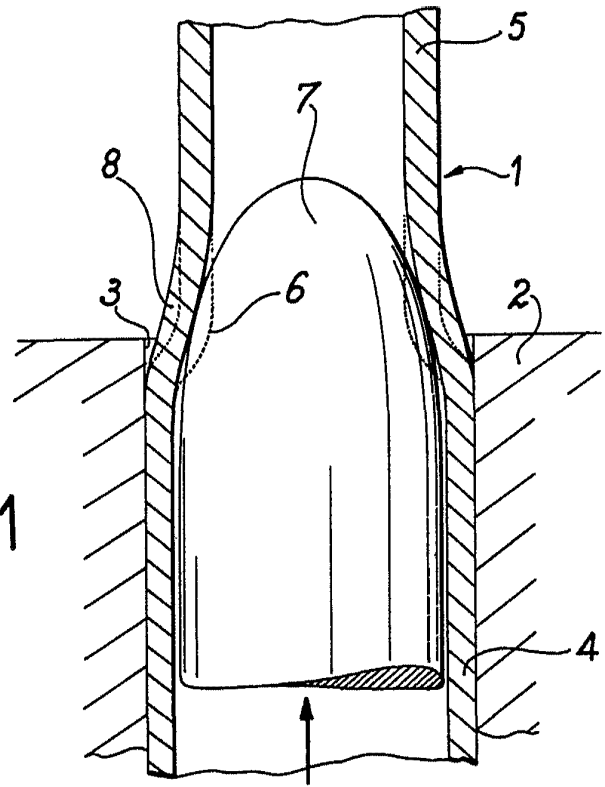
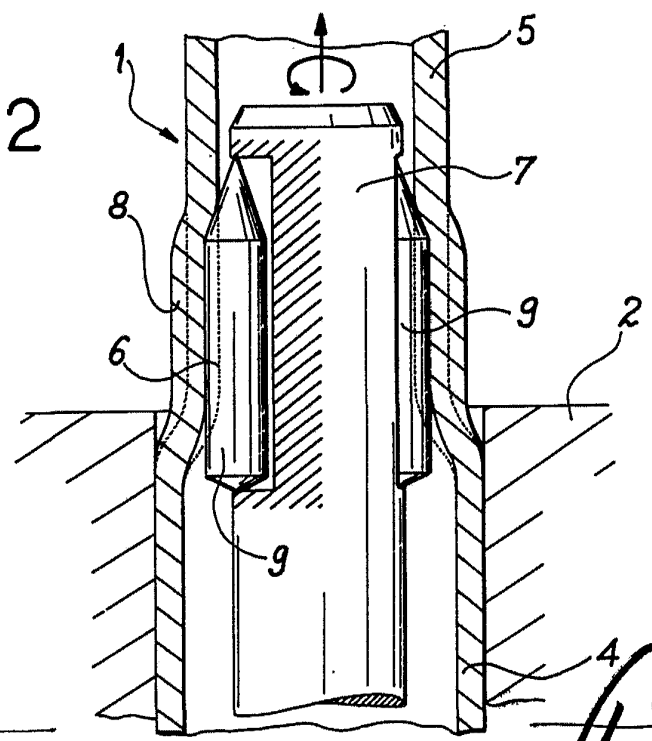


FIG. 2



Oscar de Fabry
Paris

68639

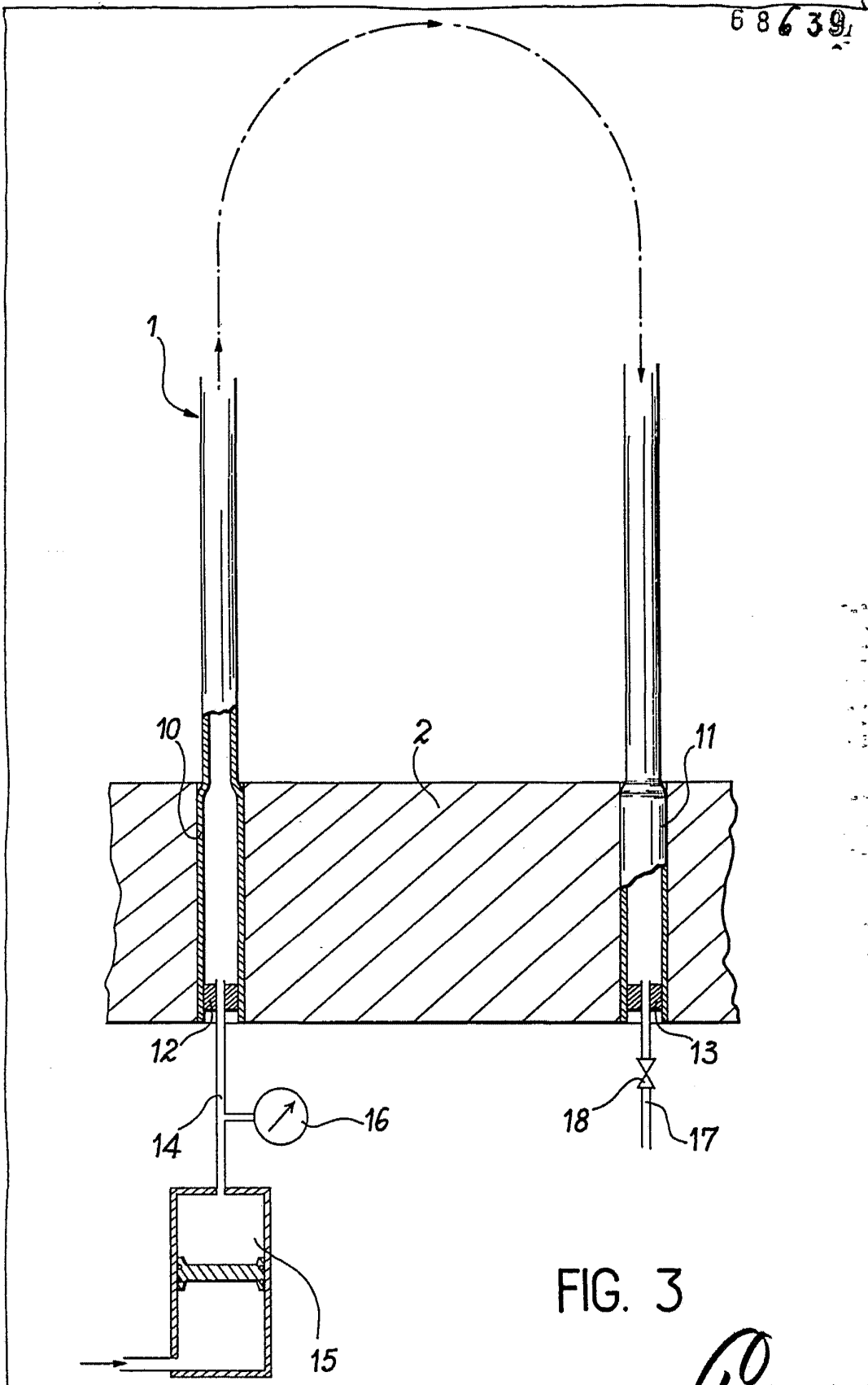


FIG. 3