

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	444711	10 A1
	21			
	22	FECHA DE PRESENTACION	28-1-1.976	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
545.238	29-1-1.975	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01L	

64 TITULO DE LA INVENCION
METODO PARA MEDIR LA PRESION DE UN GAS EN UN RECINTO HERMETICAMENTE CERRADO.

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, PITTSBURGH, Pennsylvania 15222, U.S.A.

72 INVENTOR (ES)
JAMES WILLIAM WONN, de nacionalidad estadounidense

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

1 El invento se refiere de manera general a métodos de comprobación acústica no destructivos y más particularmente a aquellos métodos que pueden ser utilizados para comprobar la presión de un gas situado en un recinto herméticamente cerrado.

5 Un cierto número de artículos fabricados contienen un gas bajo presión que forma parte de su proceso de utilización. Por ejemplo, como es bien conocido en la técnica, un cierto número de elementos de combustible para reactores nucleares se someten a una presión durante su fabricación para reforzar el revestimiento del elemento combustible durante su funcionamiento bajo irradiación y presión externa del refrigerante. Para asegurar la calidad de los artículos fabricados así como la integridad de los mismos durante los períodos de almacenado, es conveniente utilizar técnicas de comprobación no destructiva con el objeto de medir la presión interna de dichos artículos antes de utilizarle en el ambiente previsto.

10 Los métodos no destructivos de medición de la presión son particularmente importantes en la fabricación de elementos de combustible nuclear en razón de los efectos perjudiciales asociados con los fallos de los elementos de combustible durante el funcionamiento del reactor. Los métodos de comprobación actualmente utilizados exigen la comprobación destructiva de una muestra de elementos de combustible en cada partida de fabricación, o la utilización de dispositivos indicadores de presión especiales en el interior o sobre elementos elegidos de manera aleatoria. En cualquier caso, estos métodos están basados en una información estadística que puede no ser fiable. Además, la industria está experimentando actualmente un método que exige que se sumerja la extremidad de cámara de pleno del elemento de combustible en un baño de nitrógeno líquido para refrigerar localmente el gas con-

15
20
25
30

1 tenido en la cámara de pleno y producir una reducción de la presión interna del gas. La reducción de la presión produce evidentemente unos cambios en las dimensiones generales del elemento, los cuales pueden ser relacionados con la presión interna. A parte del problema de la precisión, se presentan dificultades serias cuando se someten varias soldaduras críticas del elemento de combustible a las variaciones térmicas muy importantes que se producen en este método experimental.

10 Por consiguiente, el objeto principal del invento consiste en proporcionar un nuevo método capaz de medir la presión del gas en el interior de un recinto herméticamente cerrado sin que sea necesario tener acceso al interior del recinto.

15 Teniendo presente este objeto, el invento consiste en un método de la medición de la presión de un gas en el interior de un recinto herméticamente cerrado, caracterizado porque se transmite una señal acústica a través del medio gaseoso herméticamente contenido en el interior del recinto, y se recibe esta señal después de un trayecto dado a través de dicho medio gaseoso, transformándose a continuación la señal acústica recibida en una tensión eléctrica correspondiente que se calibra para obtener una medición directa de la presión del gas en el interior del recinto.

20 La señal recibida se transforma en una tensión de salida eléctrica correspondiente que se calibra para constituir una medición directa de la presión del gas. En el modo de realización preferido, se amortigua el recinto para disipar sustancialmente la energía acústica que se desplaza dentro de sus paredes. De este modo, el trayecto acústico eficaz se hace casi totalmente a través del medio gaseoso.

25 El invento podrá entenderse más claramente leyendo la siguiente descripción de un modo de realización preferido

1 del mismo, que se ilustra solamente a título de ejemplo, en los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una representación esquemática del método según el invento aplicado a la medición de la presión interna del gas de un elemento de combustible nuclear;

La figura 2 es una vista en sección transversal de la figura 1, tomada a lo largo de la línea II-II de la misma; y

La figura 3 es una representación esquemática del transductor y de las formas de onda utilizadas en la aplicación particular a recintos cilíndricos.

La figura 1 ilustra un elemento de combustible nuclear 10 que tiene un encamisado tubular 12 de forma alargada y con paredes finas, herméticamente cerrado en cada extremidad por un par de obturadores 14 y 16. La porción interna hueca del encamisado contiene una región de combustible 18 provista de un conjunto doble de pastillas de combustible nuclear 20, y una cámara de gas 22 normalmente presurizada con helio, a 30 atmósferas aproximadamente.

De acuerdo con el invento, un transductor acústico 24, energizado por el equipo de excitación electrónico 26, genera una señal acústica, preferentemente en la gama que se extiende entre las frecuencias sónicas y ultrasónicas, que es transmitida a través de la pared de encamisado 12, atraviesa diametralmente la cámara de gas 22 y la pared opuesta del encamisado y es recibida por un segundo transductor acústico 28. El transductor 28 proporciona una señal eléctrica correspondiente la cual, cuando está calibrada de la manera representada esquemáticamente por la resistencia variable 32, constituye una tensión de salida directamente proporcional a la presión interna en el interior de la cámara como podrá entenderse leyendo la siguiente explicación analí

1 tica.

La velocidad del sonido en un gas, C_{gas} puede ser representada por la siguiente ecuación,

5
$$C_{\text{gas}} = \left(\frac{\gamma P_0}{\rho_{\text{gas}}} \right)^{1/2} \quad (1)$$

en la cual

P_0 = presión estática; y

10 γ = relación de los calores específicos.

De manera similar, la densidad de un gas ideal (ρ) es directamente proporcional a la presión absoluta, P , y puede ser representada por la ecuación:

15
$$\rho_{\text{gas}} = K P_0 \quad (2)$$

en la cual K es una constante de proporcionalidad.

La impedancia acústica de un gas, Z , viene dada por la siguiente ecuación:

20
$$Z_{\text{gas}} = \rho_{\text{gas}} C_{\text{gas}} \quad (3)$$

Sustituyendo las ecuaciones 1 y 2 en la ecuación 3 se obtiene el valor de la impedancia del gas:

25
$$Z_{\text{gas}} = K P_0 \cdot \frac{\gamma P_0}{K P_0}^{1/2} = P_0 (K \gamma)^{1/2} \quad (4)$$

Por tanto, la impedancia acústica del gas es directamente proporcional a la presión del gas.

30 Igualmente, la velocidad del sonido en un metal puede expresarse por la siguiente ecuación:

1
$$C_{\text{metal}} = \left(\frac{Y}{\rho_{\text{metal}}} \right)^{1/2} \quad (5)$$

en la cual Y = módulo de Young, y

5 ρ_{metal} = densidad del metal.

La impedancia acústica del metal puede ser representada por:

$$Z_{\text{metal}} = \rho_{\text{metal}} \cdot C_{\text{metal}} \quad (6)$$

10 Ya que el módulo de Young y la densidad son esencialmente independientes de la presión en el caso de los metales, Z_{metal} es independiente de la presión aplicada.

Para entender el principio de utilización del método según el invento, es necesario calcular el coeficiente de transmisión de intensidad de los ultrasonidos que atraviesan una pared metálica y penetran en un volumen gaseoso y a continuación atraviesan la pared metálica opuesta.

Los coeficientes de intensidad de transmisión en las superficies de separación respectivas pueden ser representados por α_1 y α_2 , respectivamente, en los cuales:

$$\alpha_1 = \frac{I_{2+}}{I_{1+}} \quad (7)$$

y:

25
$$\alpha_2 = \frac{I_{3+}}{I_{2+}} \quad (8)$$

siendo I_{1+} , I_{2+} e I_{3+} las intensidades acústicas en sentido directo, para el metal, el gas y el metal respectivamente, a lo largo del trayecto de desplazamiento de la señal acústica. El coeficiente de transmisión compuesto yendo de metal a gas y de gas a

30

1 metal, puede ser representado por:

$$\alpha_{13} = \frac{I_{3+}}{I_{1+}} \quad (9)$$

5 La ecuación 9 puede ser desarrollada utilizando las ecuaciones 7 y 8 de la siguiente manera:

$$\alpha_{13} = \frac{I_{3+}}{I_{1+}} = \frac{I_{3+}}{I_{2+}} = \frac{I_{2+}}{I_{1+}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \quad (10)$$

10 Los coeficientes de intensidad de transmisión pueden expresarse en términos de las relaciones de impedancia de superficies de separación r de la siguiente manera:

$$15 \quad \alpha_1 = \frac{4r_1}{(r_1+1)^2} \quad (11)$$

y

$$\alpha_2 = \frac{4r_2}{(r_2+1)^2} \quad (12)$$

20 en las cuales:

$$r = \frac{Z_{\text{gas}}}{Z_{\text{metal}}} \quad \text{y} \quad r_2 = \frac{Z_{\text{metal}}}{Z_{\text{gas}}} \quad (13)$$

Utilizando valores típicos para las impedancias de metales y gases, r_1 es igual aproximadamente a 10^{-6} y r_2 es igual aproximadamente a 10^{+6} . Para estos valores extremos de r , las ecuaciones 11 y 12 pueden escribirse de manera aproximada bajo la siguiente forma:

$$30 \quad \alpha_1 = 4r_1 \quad (14)$$

1 y

$$\alpha_2 = \frac{4}{r_2} \cdot \quad (15)$$

A continuación puede calcularse el coeficiente de transmisión
5 compuesto utilizando las ecuaciones 14 y 15 y la ecuación 10 para obtener:

$$\alpha_{13} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 4r_1 \cdot \frac{4}{r_2} \quad (16)$$

10 De la ecuación 13 se obtiene $\frac{1}{r_2} = r_1$, y por tanto

$$\alpha_{13} = (4r_1)^2 \quad (17)$$

Ya que Z_{gas} es proporcional a la presión y Z_{metal} es constante, el coeficiente compuesto de transmisión de intensidad puede expresarse en función de la presión interna P, por la siguiente ecuación:
15

$$\alpha_{13} (P) = (K' P_{r_1})^2; \quad (18)$$

En la cual K' es una constante de proporcionalidad.

20 Por tanto, la intensidad ultrasónica transmitida es proporcional al cuadrado de la presión interna del gas.

A título de ejemplo, se da la siguiente ecuación para ilustrar la relación de las intensidades acústicas transmitidas en el caso de un elemento completamente presurizado, en comparación con un elemento de combustible totalmente exento de presión:
25

$$\frac{\alpha_{13} (30 \text{ atm})}{\alpha_{13} (1 \text{ atm})} = \frac{K' \cdot 30 \cdot r_1^2}{K' \cdot r_1} = (30)^2 = 900 \quad (19)$$

30 Los cálculos que anteceden suponen que se utilicen

1 ondas acústicas planas con incidencia normal. Sin embargo, los
mismos resultados se aplican a coordenadas cilíndricas tales co
mo las que se presentan en el elemento de combustible ilustrado
en el modo de realización preferido, y que emplean ondas ultra-
5 sónicas cilíndricas concéntricas al eje de encamisado. La figu
ra 3 ilustra una disposición que permite obtener ondas cilíndri
cas que se aplican a este tipo de configuración. Esencialmente,
los transductores 24 y 28 son idénticos e incluyen un elemento
generador de impulsos eléctricos 36 excitado eléctricamente por
10 un circuito de excitación electrónico de modo que emita una onda
acústica. La señal transmitida es conducida a través de un me-
dio conductor acústico 38 tal como agua y se concentra en la for
ma deseada por medio de la lente 40. El trayecto de desplazamien
to de la señal acústica dentro y fuera del encamisado 12 se termi
15 na en el el transductor de recepción 28 que transforma la señal re-
cibida en una tensión eléctrica correspondiente. La señal trans
mitida se obtiene adecuadamente en forma de impulsos para obte-
ner la mayor relación señal/ruido.

En la forma preferida de llevar a la práctica el
20 método según el invento, se amortigua acústicamente el recinto,
según se representa por medio del material de amortiguamiento 42
situado alrededor del encamisado 12, para disipar sustancialmen-
te la energía acústica transmitida circunferencialmente alrededor
del encamisado. Esta mejora dirige eficazmente la señal acústica
25 a través del medio gaseoso hasta el transductor de recepción.
El material de amortiguamiento 42 puede ser cualquier material de
amortiguamiento acústico conocido, del tipo utilizado en los trans
ductores actuales para evitar los efectos de resonancia.

Por tanto, el invento proporciona una técnica pa
30 ra medir rápidamente la presión de un gas contenido en un recinto

1 herméticamente cerrado sin destruir la integridad del recipiente.
El método proporciona pues un útil adecuado para asegurar la cali-
dad de los artículos fabricados así como de los elementos almace-
nados durante períodos de tiempo prolongados.

5 En resumen, la presente Patente de invención que
se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) Método para medir la presión de un gas en un
recinto herméticamente cerrado, caracterizado porque una señal acús-
10 tica es transmitida a través del medio gaseoso herméticamente con-
tenido en el interior del recinto, y se recibe después de un tra-
yecto de desplazamiento dado a través de dicho medio gaseoso, y a
continuación se transforma la señal acústica recibida en una ten-
sión de salida correspondiente que se calibra de acuerdo con un pa-
15 trón para obtener una medición directa de la presión del gas en el
interior del recinto.

2.) Método según la reivindicación 1, caracterizado
porque la señal acústica se genera en forma de impulsos.

3.) Método según la reivindicación 2, caracterizado
20 porque la energía acústica está situada sustancialmente en la
gama de frecuencias ultrasónicas.

4.) Método según la reivindicación 1, caracterizado
porque la señal acústica se genera de modo que produzca un
frente de onda que corresponde a la geometría de las paredes del
25 recinto.

5.) Método según reivindicaciones 1 a 4, caracteriza
do porque la señal acústica se desplaza a lo largo de un tra-
yecto sustancialmente lineal desde el transmisor, a través del re-
cinto de gas, hasta el receptor.

30 6.) Método según una cualquiera de las reivindica

40

1 caciones 1 a 5, caracterizado porque las paredes del recinto se
amortiguan acústicamente antes de transmitir la señal acústica
para producir la disipación de cualquier energía acústica que se
desplaza en las paredes del recinto.

5 7.) Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, destinado particularmente a la medición de la presión del gas contenido en un elemento de combustible nuclear presurizado que incluye una región de combustible nuclear y una cámara de gas herméticamente cerrada en el interior de un encamisado tubular de
10 forma alargada, caracterizado porque la señal acústica se aplica al encamisado en un lado de su región de cámara de gas, en una dirección perpendicular el eje del elemento de combustible y se recibe la señal acústica al exterior de la pared del encamisado, en el lado opuesto de la región de la cámara de gas.

15 8.) Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: METODO PARA MEDIR LA PRESION DE UN GAS EN UN RECINTO HERMETICAMENTE CERRADO.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de once páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

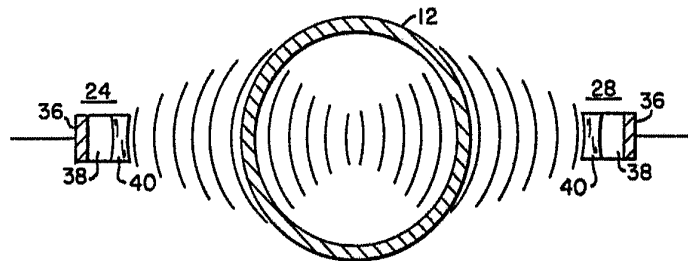
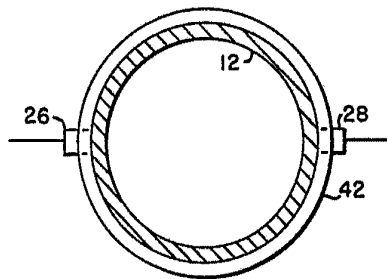
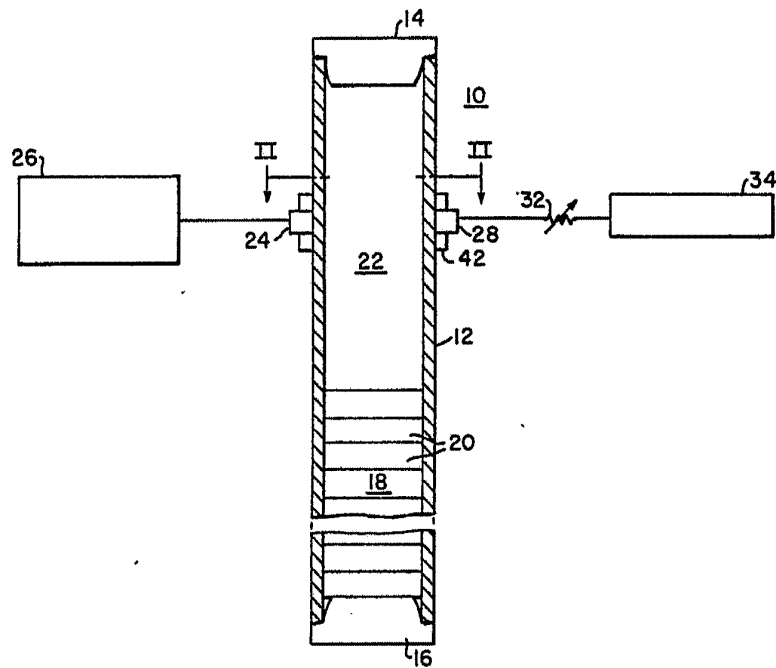
Madrid, 28 de Enero de 1.976

BERNARDO UNGRIA
p.p.

25

30

40



ESCALA VARIABLE
Madrid, 28 de Enero de 1.976
BERNARDO UNGRIA
p.p.