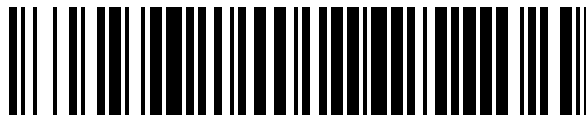


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 225 534**

21 Número de solicitud: 201800644

51 Int. Cl.:

G01N 25/18 (2006.01)

G01K 17/20 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

26.07.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.02.2019

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (100.0%)

C/ Ancha, 16

11001 Cádiz ES

72 Inventor/es:

RODRIGUEZ MAESTRE, Ismael;

SANCHEZ DE LA FLOR, Francisco José;

RINCÓN CASADO, Alejandro y

RODRÍGUEZ JARA, Enrique Ángel

54 Título: **Equipo portátil de medición de transmitancia térmica mediante radiación infrarroja**

ES 1 225 534 U

DESCRIPCIÓN

EQUIPO PORTÁTIL DE MEDICIÓN DE TRANSMITANCIA TÉRMICA MEDIANTE RADIACIÓN INFRARROJA

SECTOR DE LA TÉCNICA.

5

La presente invención corresponde al área de la ingeniería energética, y se enmarca dentro del sector de la Instrumentación Térmica para medir las propiedades térmicas de elementos de construcción de edificios, tales como muros de fachada, cubiertas y forjados en contacto con el aire exterior.

10

ESTADO DE LA TÉCNICA.

15

El panorama normativo actual relativo a eficiencia energética de edificios se sustenta en torno al Código Técnico de la Edificación (Orden FOM/1635/2013) y la Certificación Energética de Edificios (Real Decreto 235/2013).

20

El Código Técnico de la Edificación es aplicable a todos los edificios nuevos y en gran medida también a los edificios antiguos según sea el tipo de intervención arquitectónica que se le vaya a realizar, como ampliaciones, cambios de uso, etc. Por su parte, la obtención de una etiqueta energética como resultado de la aplicación de la Certificación Energética de Edificios es aplicable en todos los casos siempre que el edificio, nuevo o antiguo, se vaya a alquilar o vender.

25

Para ambos requisitos normativos es preciso conocer la transmitancia térmica de los elementos de la envuelta edificatoria, esto es, de muros de fachada, ventanas, cubiertas y forjados en contacto con el aire exterior, como parámetro más relevante acerca del nivel de aislamiento del edificio a evaluar.

30

Se trata de un parámetro fácilmente calculable en edificios de nueva construcción a partir de las propiedades térmicas de las capas de materiales que forman dichos elementos de la envuelta, método que no es aplicable en edificios antiguos en los que se desconozca esa información.

35

Para solventar esta falta de información se recurre a métodos experimentales que pueden ser de dos tipos:

- Métodos destructivos o catas en las que se realizan perforaciones en el elemento a estudiar para detectar los materiales que lo componen.
- Métodos no destructivos mediante equipos de medición que estiman el valor de la transmitancia térmica en función de las medidas tomadas.

5 De ellos, merecen especial mención:

- Métodos destructivos de medición de la transmitancia térmica en probetas. De este tipo el más conocido es el Método de Caja Caliente (UNE-EN ISO 8990:1997).
- Métodos no destructivos de medición de la transmitancia térmica en elementos de edificios existentes. Se trata, por lo tanto, de equipos portátiles de medición.

10

Actualmente, el método más extendido para la determinación de la transmitancia térmica de elementos de construcción de edificios, es el método de la caja caliente guardada y calibrada. El método se describe en una norma que establece los requisitos mínimos y principios para el diseño de los aparatos para la determinación de las propiedades de transmisión térmica de elementos constructivos mediante el uso de probetas en laboratorio (UNE-EN ISO 8990:1997). Sin embargo, el método es técnicamente complejo, y puede dar lugar a errores importantes si no se tiene un conocimiento suficiente sobre transmisión de calor a la hora de diseñar el aparato de medida.

15

20 El método anterior está basado en el calentamiento de aire en el denominado lado caliente, y por lo tanto la transferencia de calor al elemento a medir se realiza por convección. Igualmente, la disipación de dicho calor hacia el aire del denominado lado frío, también se realiza por convección.

25 El inconveniente de que las transferencias de calor a ambos lados del elemento a medir se realicen por convección radica en la incertidumbre del coeficiente que determina la velocidad a la que ocurre, es decir, el coeficiente de película convectivo a uno y otro lado.

30 Adicionalmente, en los equipos existentes en el mercado no se utiliza fuente de calor alguna, quedando entonces un salto de temperaturas pequeño del orden del error propio a los sensores, y sin eliminarse el amortiguamiento y desfase propios de la inercia térmica del elemento a medir.

Otro inconveniente de la técnica actual es que debe realizarse en laboratorio con una probeta del elemento a medir, y no con el elemento real, lo que es especialmente complejo en el caso de edificios existentes en los que no se conozca la composición exacta del elemento a medir.

5

A la vista del estado de la técnica descrito se propone un equipo que soluciona los dos problemas principales, es decir, evita la incertidumbre relativa al cálculo de los coeficientes de película convectivos y se provoca un salto de temperatura gracias al uso de una fuente de calor.

10

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION.

Como se ha indicado anteriormente, el principio de funcionamiento de los métodos no destructivos de medición en probetas es el de calentamiento de aire, lo que conlleva un alto grado de incertidumbre vinculado a los coeficientes de película convectivos de las caras caliente y fría (coeficiente necesario para cuantificar la transferencia de calor por convección entre la superficie y el aire). Además, en segundo lugar, exigen la realización del ensayo en laboratorio, y con una probeta del elemento a medir.

20 El equipo que se presenta en esta notificación de invención se trata de un equipo portátil que por un método no destructivo permite la medición, in situ, de la transmitancia térmica en elementos de edificios existentes.

25 El equipo consta de dos unidades, una interior y otra exterior en forma de semiesferas que quedan adheridas a ambas caras del elemento a medir mediante la generación de vacío en su interior. El flujo de calor es aportado por una fuente de calor radiante incorporada a la unidad interior.

30 Ambas unidades se conectan a sendas bombas de vacío y a un equipo externo de adquisición de datos de temperaturas superficiales capturados por termopares.

Ambas unidades, además, son físicamente gemelas para facilitar su fabricación, a excepción de una capa de aislamiento, que solo debe estar presente en la unidad interior, donde se encuentra la fuente de calor.

La primera ventaja derivada de realizarse el vacío en las dos caras del elemento a medir, es que se elimina la incertidumbre vinculada al calentamiento de aire, llegándose, por lo tanto, a un grado de precisión en la medición mucho más alto.

- 5 Como segunda ventaja derivada del uso de una fuente radiante de calor es que se incrementa la diferencia de temperaturas entre las dos caras del elemento a medir, lo que también contribuye a aumentar la precisión de la medida.

- 10 La tercera ventaja del equipo que se presenta es la portabilidad del mismo, permitiendo la medida, in situ, de la transmitancia térmica de un elemento, muro, cubierta o forjado al aire, de un edificio existente.

- 15 La novedad que presenta el equipo es la capacidad de medir la transmitancia térmica de un elemento de la envolvente de un edificio existente, realizándose el vacío en ambas caras del mismo con lo que se elimina la incertidumbre en la medida, así como la capacidad de realizar dicho ensayo sobre el elemento real y no sobre una probeta del mismo con un sencillo montaje.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LAS FIGURAS.

20

En la figura 1 se muestra el equipo de medida formado por dos partes independientes, unidad exterior y unidad interior, montadas sobre el elemento constructivo a medir.

- 25 En la figura 2 se muestra una vista en planta y sección de la unidad interior, esta unidad consiste en dos semiesferas metálicas conteniendo la mayor a la menor, y con aislamiento entre ambas. En esta figura se incluye la fuente de calor radiante.

- La figura 3 muestra la unidad exterior, consistente también en dos semiesferas metálicas en la que la mayor contiene a la menor, pero sin aislamiento entre ambas.

- 30 Los elementos que componen ambas unidades, exterior e interior, son los siguientes:

- Semiesfera metálica interior (1)
- Semiesfera metálica exterior (2)
- Termopares (3).
- Fuente de radiación térmica (4) (solo en unidad interior).

- Casquillo (5) (solo en unidad interior).
- Aislamiento térmico (6) (solo en unidad interior).
- Casquillo para válvula de vacío (7).
- Casquillo para válvula de purga (8).
- 5 - Junta tórica de estanqueidad (9).
- Pasacables estanco (10).
- Registrador de datos (11).
- Bomba de vacío (12).

10 MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION.

El equipo consta de una unidad interior y otra exterior de adquisición de datos no comunicadas entre sí:

- La unidad interior está formada por dos semiesferas metálicas concéntricas (1) y (2).
 - 15 El espacio entre ambas está relleno por aislante térmico (6). El aislante térmico usado puede ser poliestireno o lana de roca. Ambas semiesferas presentan dos orificios con pasacables estancos: uno (10) para la entrada de cables de termopares (3), que se fijarán al elemento a medir y la superficie interior de la semiesfera y cuyo resultado se verá reflejado con el registrador de datos (11); y otro (7) para la conexión de bomba de
 - 20 vacío (12), que se complementa con un casquillo para válvula de purga (8). Para asegurar la estanqueidad de la unidad con el elemento a medir, las semiesferas están rematadas con una arandela de elastómero (9). Esta unidad incorpora como fuente de calor radiante una lámpara de infrarrojos (4) que se fija a la unidad mediante casquillo (5).
 - 25 - La unidad exterior está formada por dos semiesferas metálicas concéntricas (1) y (2). Ambas semiesferas presentan dos orificios: uno (10) para la entrada de cables de termopares a fijar en el elemento a medir y la superficie interior de la semiesfera, y otro (7) para la conexión de bomba de vacío (12), que se complementa con un casquillo para válvula de purga (8). El resultado de las medidas de temperatura se muestra en un
 - 30 registrador de datos (11). Para asegurar la estanqueidad, las semiesferas están rematadas con una arandela de elastómero.
- Ambas unidades se conectan a sendas bombas de vacío y un equipo externo de adquisición de datos de temperaturas superficiales capturados por los termopares.
- La existencia de un aislante térmico (6) entre las semiesferas metálicas interior (1) y
- 35 exterior (2) de la unidad interior, desde la cual se emite calor hacia el elemento cuya

transmitancia térmica es objeto de medición, persigue evitar pérdidas de calor, con objeto de maximizar el salto térmico necesario para realizar la medición con precisión. Por otro lado, la extracción de aire que realiza la bomba de vacío (12) de la unidad interior (1), elimina la posibilidad de que se produzca intercambio de calor por convección. La unión de las dos características anteriores, consigue que la transferencia de calor que se produzca sea debida únicamente al fenómeno de radiación.

A diferencia de lo comentado para la unidad interior, entre las semiesferas metálicas interior (1) y exterior (2) de la unidad exterior no existe aislante térmico, para permitir que el calor que recibe en su semiesfera interior (1) se libere hacia el ambiente. Por otra parte, mediante el empleo en esta unidad exterior de otra bomba de vacío (12), se asegura que el calor recibido en la semiesfera interior, a través del elemento cuya transmitancia térmica es objeto de medición, se deba únicamente al fenómeno de radiación.

15 El procedimiento de uso del equipo consta de las siguientes etapas:

1.- Colocación de los termopares en cada lado, exterior e interior, del elemento para el que se quiere medir su transmitancia térmica en la misma posición aproximadamente.
2.- Colocación de ambas semiesferas sobre el elemento a medir y conexión de las bombas de vacío.

20 3.- Una vez alcanzado el vacío en ambas semiesferas, se enciende la lámpara de infrarrojos de la unidad interior y se comienza a tomar datos de temperaturas.

4.- El experimento debe mantenerse hasta que todos los termopares muestren una variación inferior a 1°C durante al menos 5 minutos.

Una vez finalizada la recogida de datos de temperaturas superficiales, el equipo debe ser desconectado y retirado del elemento a medir.

25

CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA:

A partir de los datos de temperaturas adquiridos, se calcula en primer lugar la resistencia superficie-superficie (en m²·K/W) como:

30
$$R_{ss} = \frac{\overline{T_{int}} - \overline{T_{ext}}}{Q}$$

Siendo $\overline{T_{int}}$ la temperatura media de la superficie interior (en K), $\overline{T_{ext}}$ la temperatura media de la superficie exterior (en K), y Q el flujo de calor medido a través del elemento (en W/m²).

Por último, la transmitancia térmica se calcula incluyendo las resistencias superficiales según la normativa (UNE-EN ISO 6946-2015). Según esta normativa, tabla 1, se indica que:

5 *'A efectos de la declaración de la transmitancia térmica de componentes y otros casos en los que se requieran valores independientes de la dirección del flujo de calor, o cuando la dirección de flujo de calor es susceptible de variar, es recomendable que se utilicen los valores de flujo de calor horizontal.'*

Estos valores son $R_{si} = 0.14 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ como resistencia superficial interior, y $R_{se} = 0.03 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ como resistencia superficial exterior.

10 Finalmente, la transmitancia térmica U (en $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$) se puede obtener como:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{ss} + R_{se}}$$

APLICACIÓN INDUSTRIAL

15

Para el cumplimiento normativo tanto del Código Técnico de la Edificación como de la Certificación Energética de Edificios, es necesario conocer la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica del edificio, típicamente muros de fachada, ventanas, cubiertas planas y forjados al exterior. Este parámetro está relacionado estrechamente con el nivel de aislamiento del edificio, y para el caso de edificios
20 existentes, se debe disponer de un equipo de medición portátil que pueda medirlo con suficiente precisión.

El equipo que se presenta es portátil, y mediante su uso puede calcularse la transmitancia térmica de un elemento de la envolvente térmica de un edificio existente
25 con más precisión en comparación con los equipos actuales, debido a las razones indicadas en el apartado de descripción.

Por tanto, el equipo puede ser de interés para el sector industrial de la instrumentación térmica, el cual podría ofertar equipos portátiles para la correcta medición de la
30 transmitancia térmica de elementos de construcción de edificios existentes.

REIVINDICACIONES

1. Equipo portátil de medición de transmitancia térmica mediante radiación infrarroja, que comprende dos unidades:
 - 5 a) Una unidad interior desde la que se emite calor hacia el elemento cuya transmitancia térmica es objeto de medición, que comprende los siguientes elementos:
 - Una semiesfera metálica interior (1) y una semiesfera metálica exterior (2), entre las cuales existe un aislamiento térmico (6) cuya
10 función es evitar pérdidas de calor, con objeto de maximizar el salto térmico necesario para realizar la medición con precisión.
 - Termopares (3)
 - Una fuente de radiación térmica (4), que no se encuentra en contacto con la superficie del elemento a medir, eliminando la posibilidad de
15 que se produzca intercambio de calor por conducción.
 - Un casquillo para colocación de la fuente de radiación térmica (5).
 - Un casquillo para válvula de vacío (7)
 - Un casquillo para válvula de purga (8)
 - Una junta tórica de estanqueidad (9)
 - 20 - Pasacables estanco (10)
 - Un registrador de datos (11)
 - Una bomba de vacío (12), mediante la cual se extrae el aire de la unidad interior, eliminando la posibilidad de que se produzca intercambio de calor por convección y asegurando que la
25 transferencia de calor se deba únicamente al fenómeno de radiación.
 - b) Una unidad exterior que recibe el calor a través del elemento cuya transmitancia térmica es objeto de medición, debido únicamente al fenómeno de radiación, que comprende los siguientes elementos:
 - Una semiesfera metálica interior (1) y una semiesfera metálica
30 exterior (2), entre las que no existe aislamiento térmico, para permitir que el calor recibido se libere hacia el ambiente.
 - Termopares (3)
 - Un casquillo para válvula de vacío (7)
 - Un casquillo para válvula de purga (8)
 - 35 - Una junta tórica de estanqueidad (9)

- Pasacables estanco (10)
 - Un registrador de datos (11)
 - Una bomba de vacío (12), mediante la cual se extrae el aire de la unidad exterior, eliminando la posibilidad de que se produzca intercambio de calor por convección y asegurando que la transferencia de calor se deba únicamente al fenómeno de radiación.
- 5
- 10
2. Equipo portátil de medición de transmitancia térmica mediante radiación infrarroja, según reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de radiación térmica es una lámpara de infrarrojos,

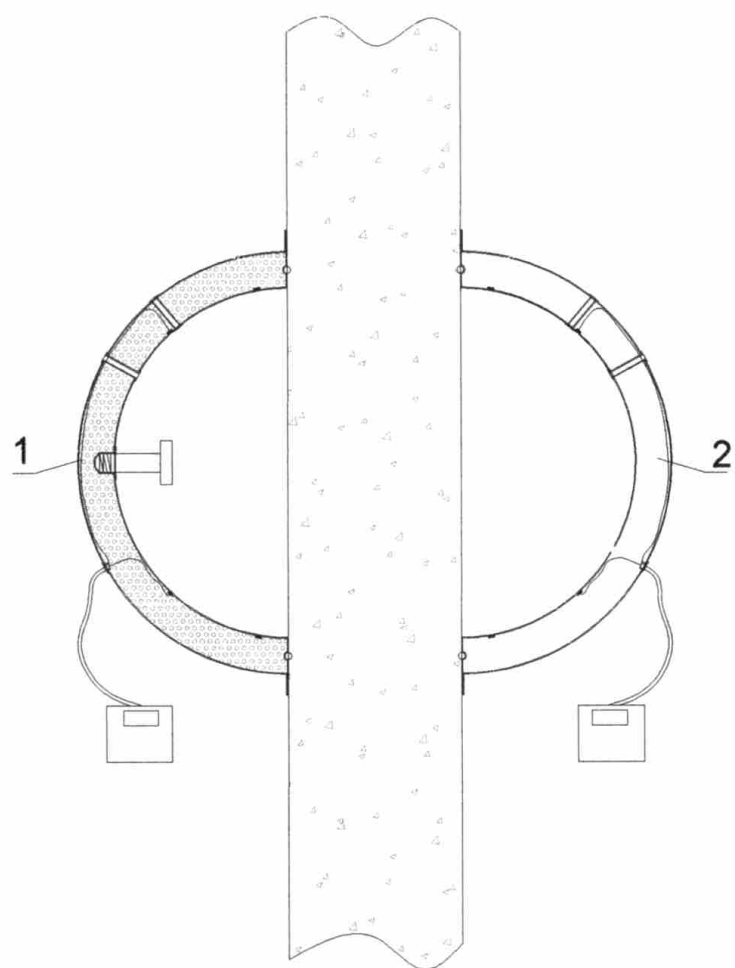


Figura 1.

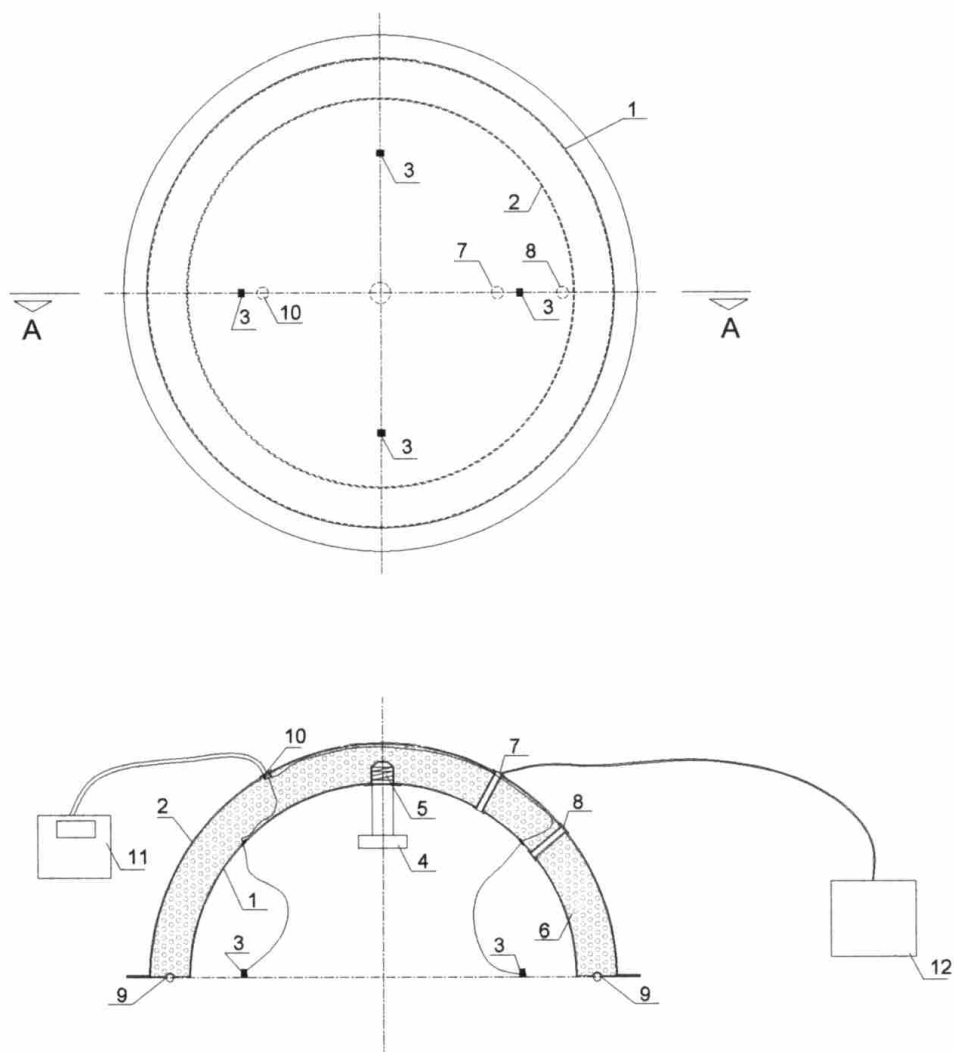


Figura 2.

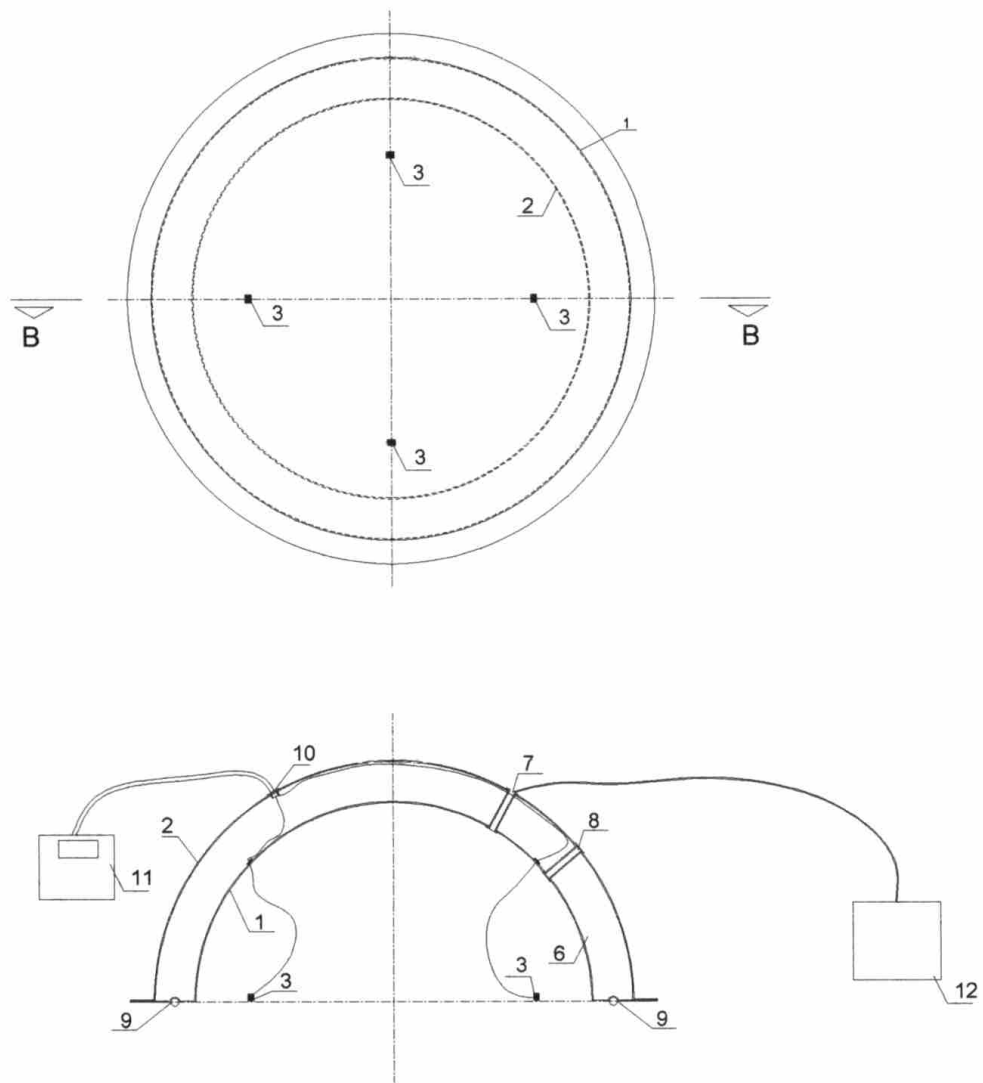


Figura 3.