(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 902 025**

(21) Número de solicitud: 202131069

(51) Int. CI.:

G01N 3/36 (2006.01)
G01M 10/00 (2006.01)
B63B 71/00 (2010.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

17.11.2021

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.03.2022

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

25.03.2022

Fecha de concesión:

29.12.2022

(45) Fecha de publicación de la concesión:

05.01.2023

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)
Avda. Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid (Madrid) ES

(72) Inventor/es:

OMAÑA LOZADA, Anabelis Carolina;
SUÁREZ BERMEJO, Juan Carlos;
ARENAS REINA, José Manuel y
GARCÍA NÚÑEZ, Ana María

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

(54) Título: **Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales**

(57) Resumen:

El dispositivo de ensayo de materiales hidrodinámico comprende un conducto de ensayo (31) que comprende un primer extremo (31.1) y un segundo extremo (31.2) y que está configurado para ser llenado de un fluido de ensayo. Se fija de forma estanca en el segundo extremo (31.2) una probeta (19) de material a ensayar donde al menos una parte de la superficie de la probeta (19) es accesible para el fluido de ensayo. El primer extremo (31.1) comprende al menos un orificio de salida (21) del fluido de ensayo que se obstruye de forma cíclica y estanca mediante un elemento de cierre (8). Se obstruye el flujo del orificio de salida (21) de forma cíclica para producir golpes de ariete en el fluido de ensayo que se desplazan hacia el segundo extremo (31 .2) donde se ubica la probeta (19) generando fuerzas de presión sobre la misma.

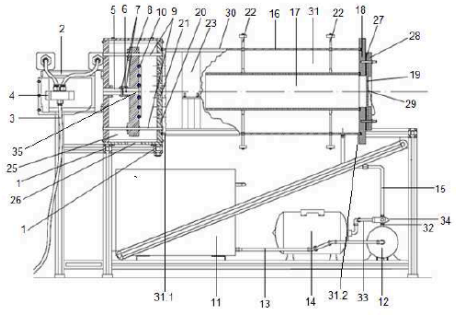


Figura 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 902 025 B2

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales

Sector técnico

La invención pertenece al sector técnico de ensayos hidrodinámicos de materiales y en particular a un dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales.

Antecedentes de la invención

El proceso de “slamming” se produce frecuentemente durante la navegación rápida de embarcaciones y consiste en una fuerza que golpea de manera cíclica el casco del buque como consecuencia de su impacto contra la superficie libre del agua. Esta fuerza se traduce en pulsos de corta duración que actúan sobre una superficie muy pequeña y que provoca elevados picos de presión.

La magnitud de este impacto y el posible daño en el casco son difíciles de prever y, por tanto, la velocidad máxima de navegación del barco suele limitarse para no sufrir daños adicionales durante las travesías. Esta situación es más acusada en el caso de embarcaciones planeadoras de alta velocidad.

Por ello, se han propuesto diferentes equipos de ensayo para estudiar el comportamiento de los materiales del casco de una embarcación ante el impacto en agua. En general, los dispositivos de ensayo propuestos suelen utilizar como parámetro principal del ensayo de impacto la velocidad de entrada en el agua. Así, por ejemplo, Zheng Xing (patente CN107607292) divulga un dispositivo de ensayo de impacto de entrada en el agua a alta velocidad. En cambio, Xiao Wei (patente CN209745521) divulga un dispositivo experimental de impacto de entrada en el agua de velocidad variable; es decir, permite ensayar el efecto del golpe de agua contra un objeto a diferentes velocidades.

Normalmente, las probetas de material a ensayar se preparan en paneles con una configuración específica que permita evaluar su comportamiento frente a este tipo de

impacto. En el caso de materiales compuestos la realización de este tipo de ensayo requiere útiles especiales como los propuestos por Shi Yao (patente CN108426696). En esta patente se divulga un sistema que permite, por un lado, ajustar la velocidad del impacto y, por otro, estudiar las características hidrodinámicas de las probetas en el agua.

Por otra parte, en la patente CN106248343A (University Harbin Engineering) muestra un dispositivo que simula el casco de una embarcación en dos dimensiones y mide las cargas que se producirían debidas al efecto de “slamming” durante la navegación. En este caso, la probeta se desplaza por una estructura para golpear repetidamente contra la superficie del agua.

Asimismo, la patente CN111595552A (China Ship Sci Res Cent) describe un dispositivo que mide la presión que ejercen las olas en diferentes puntos del casco de una embarcación de pruebas. Los resultados obtenidos son útiles para diseñar el casco de las embarcaciones.

Así pues, el estudio de la técnica efectuado pone de manifiesto que existen varios sistemas para el ensayo de materiales que someten la probeta a repetidos golpes de agua súbitos y potentes. Sin embargo, ninguno de ellos utiliza el principio del golpe de ariete para simular el proceso “slamming”; es decir, un efecto de golpe de agua repentino y potente sobre la probeta ensayada que se repite de manera continuada en el tiempo.

Por ello, la presente invención tiene por objeto proponer un dispositivo de impacto cíclico de un fluido que, utilizando el golpe de ariete, reproduce fielmente en el laboratorio el efecto de “slamming” (el efecto “slamming” se define como los impactos cíclicos de agua contra el casco de una embarcación) de manera controlada, reproducible y medible.

Descripción de la invención

La invención tiene por objeto un dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales que reproduce el efecto de impactos repetitivos de un fluido sobre un material utilizando el efecto de golpe de ariete. A este dispositivo de ensayo se acopla

un probeta de material a ensayar que está en contacto con el fluido de ensayo de forma que recibe los impactos de los golpes de ariete.

A continuación, se describirá una primera realización con los elementos principales del dispositivo de ensayo. El dispositivo de ensayo comprende un conducto de ensayo que está configurado para ser llenado de un fluido de ensayo. El conducto de ensayo comprende un primer extremo y un segundo extremo según una dirección longitudinal del conducto de ensayo. El segundo extremo está configurado para la fijación de forma estanca de una probeta de material a ensayar de tal manera que al menos una parte de la superficie de la probeta de material a ensayar es accesible para el fluido de ensayo en el conducto de ensayo. El primer extremo está configurado para comprender al menos un orificio de salida del fluido de ensayo. El dispositivo de ensayo comprende además un elemento de cierre desplazable entre una primera posición de cierre y una segunda posición de apertura, estando adaptado el elemento de cierre para obstruir de forma estanca y rápida la salida de fluido de ensayo por el orificio de salida del primer extremo del conducto de ensayo de modo que se produce un golpe de ariete en el fluido de ensayo. El golpe de ariete se desplaza hacia el segundo extremo del conducto de ensayo donde se ubica la probeta de material a ensayar.

Un sistema hidráulico suministra el conducto de ensayo con el fluido de ensayo con un caudal y a una presión predefinidos y también se emplea un manómetro para verificar la presión en el conducto de ensayo. Estos datos de presión permiten el cálculo de las fuerzas hidrodinámicas generadas durante el funcionamiento del mismo. La presente invención incorpora un sistema electrónico para controlar el accionamiento del elemento de cierre, la toma de datos de los elementos del circuito hidráulico y el registro de las mediciones mediante sensores de las microdeformaciones producidas en la probeta de material a ensayar.

Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte

integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Vista principal de un ejemplo de realización del dispositivo de ensayo.

Figura 2.- Vista en sección transversal detallada del conducto de ensayo del ejemplo de realización de la figura 1.

Figura 3.- Vista en perspectiva del dispositivo de ensayo del ejemplo de realización de la figura 1con la probeta de material a ensayar en posición de ensayo.

Realizaciones de la invención

A continuación se detallan unas realizaciones que comprenden un dispositivo de ensayo que consta de una estructura de soporte que sustenta cuatro sistemas funcionales: un sistema de accionamiento, un sistema hidráulico, un sistema de fijación de la probeta y un sistema electrónico de control.

En una realización el sistema de accionamiento, por ejemplo, puede ser un sistema de accionamiento neumático. El sistema de accionamiento neumático se emplea para desplazar el elemento de cierre (8) entre la primera posición de cierre y la segunda posición de apertura. En un ejemplo de realización el componente principal del sistema neumático es un cilindro neumático (2) que aplica la fuerza necesaria para abrir y cerrar el circuito hidráulico. Un compresor externo genera el aire comprimido a la presión necesaria y lo distribuye por una red de conductos hasta llegar al dispositivo de ensayo donde acciona el cilindro neumático (2). El cilindro neumático (2) está en comunicación fluida con una electroválvula (4) que controla el flujo de aire al cilindro neumático (2) permitiendo accionar un vástago (5) que se extiende desde el cilindro neumático (2) en uno u otro sentido. El extremo exterior del vástago (5) está unido a un eje (35) mediante unos medios de unión. El extremo libre del eje está configurado para montar y fijar un elemento de cierre (8). Este elemento de cierre (8) se desplaza por unos elementos de guiado (9) para asegurar un movimiento sin desviaciones. Los elementos de guiado (9) están adaptados para el desplazamiento del elemento de cierre (8) entre una primera posición de cierre y una segunda posición de apertura. La primera posición es de cierre y la segunda posición es de abertura. La función de este elemento de cierre (8) es asegurar el cierre de forma estanca del al menos un orificio

de salida (21). Para lograr esta estanqueidad, por ejemplo, la cara del elemento de cierre (8) que mira hacia el al menos un orificio de salida (21) comprende una o más ranuras donde se ubican una o más juntas (10) que permiten abrir o cerrar de manera estanca y muy rápidamente el circuito hidráulico cuando se acciona el cilindro neumático (2). Existen diversas configuraciones del elemento de cierre (8) que permiten lograr la estanqueidad en la posición cerrada.

Para llenar el conducto de ensayo (31) con el fluido de ensayo se propone un sistema hidráulico de ejemplo. Dicho sistema hidráulico del dispositivo de ensayo de ejemplo consta de los siguientes elementos principales: un depósito acumulador (11), una bomba (12), un depósito de presión (14), un manómetro (24), un conducto de ensayo (31) y una cámara de vaciado (25). En el depósito acumulador (11) se encuentra almacenada el fluido de ensayo necesario para realizar el ensayo. La bomba (12) está en comunicación fluida con el depósito acumulador (11) mediante una tubería (13) y bombea dicho fluido de ensayo hacia el depósito de presión (14). Esta bomba (12) a su vez está en comunicación fluida con una válvula (34) mediante una tubería (32) configurada para transportar el fluido de ensayo del depósito acumulador (11). El depósito de presión (14) está en comunicación fluida con la válvula (34) mediante una tubería (33). Una tubería (15) configurada para la comunicación fluida entre el conducto de ensayo (31) y la válvula (34), estando configurada la tubería (15) para recibir el fluido de ensayo impulsada por el depósito de presión (14) con un caudal y a una presión prefijados. El conducto de ensayo (31) consta de un cilindro externo (16) y de un cilindro interno (17) coaxial al anterior y de menor longitud que éste. Ambos cilindros limitan en el segundo extremo (31.2) con una pieza prismática, denominada placa de soporte (18), que limita y cierra ambos cilindros por ese lado. La placa de soporte (18) tiene un orificio central configurado para que la probeta (19) de material a ensayar entre en contacto con el fluido de ensayo y la placa de soporte (18) está acoplada de forma estanca en el segundo extremo (31.2). En el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) se acopla otra pieza prismática de cierre con el cilindro externo (17), denominada placa de salida (20) que va provista de uno o más orificios de salida (21) distribuidos de manera uniforme en una o más ranuras que acoplan de forma estanca con las juntas (10) del sistema neumático. La forma y distribución del al menos un orificio de salida (21) en la placa de salida (20) puede variar según la realización mientras se aseguré la estanqueidad con el elemento de cierre (8). Así, según el sentido del accionamiento del cilindro neumático (2), el fluido de ensayo

puede salir o no del conducto de ensayo (31). El cilindro interno (17) (de menor longitud que el externo y abierto en lado del primer extremo (31.1)) requiere, para fijar la posición y coaxialidad con respecto al cilindro externo, unos medios de sujeción (22) que unen el cilindro externo (16) al cilindro interno (17). Asimismo, se (limitado por las placas de salida y soporte en ambos extremos) emplean unos medios de fijación (23) adicionales que fijan el cilindro externo (16) a una estructura de soporte (1). Estos medios de fijación (23) permiten anclar el cilindro externo (16) con seguridad a la estructura de soporte (1) del dispositivo de ensayo.

Cuando la salida del conducto de ensayo (31) está cerrada, el fluido de ensayo entra por el segundo extremo (31.2) y va llenando completamente el conducto de ensayo (31) (tanto el cilindro interno (17) como el cilindro externo). El manómetro (24) mide la presión del fluido de ensayo en el conducto de ensayo (31) varias veces por segundo y envía las lecturas a un ordenador para su registro. Cuando el cilindro neumático (2) retira el elemento de cierre (8) del al menos un orificio de salida (21), el fluido de ensayo sale del conducto de ensayo (31) a través del al menos un orificio de salida (21) de la placa de salida (20) con un caudal y a una presión determinada. Esta masa de fluido de ensayo es recogida en una cámara prismática, denominada cámara de vaciado (25), que está en comunicación fluida con el al menos un orificio de salida (21). La cámara de vaciado (25) tiene un orificio (26) de vaciado en su base inferior que permite descargar el fluido de ensayo que sale del conducto de ensayo (31) hacia el depósito acumulador (11) ubicado debajo de dicho orificio (26) de vaciado configurado para recibir dicho fluido de ensayo, cerrando así el circuito hidráulico.

Cuando se acciona el cilindro neumático (2) en sentido opuesto, la al menos una junta (10) obtura el al menos un orificio de salida (21) de la placa de salida (20) y se cierra repentinamente el flujo del fluido de ensayo. Como consecuencia de este cierre repentino, se genera un incremento notable de la presión que se transfiere a lo largo de todo el conducto de ensayo (31). Este fenómeno, denominado golpe de ariete, provoca una onda presión en el sentido contrario al del flujo del fluido de ensayo. Así, esta sobrepresión se transmite por el cilindro interno (17) hasta alcanzar la placa de soporte (18) donde impacta contra la probeta (19) de material a ensayar. Si se repite de manera continuada en el tiempo el ciclo de apertura y cierre rápido del flujo del fluido de ensayo, el resultado sobre la probeta será el de impulsos de fluido de ensayo

de muy corta duración, repetitivos y que originan grandes presiones reproduciendo así fielmente el proceso de “slamming” sobre el material ensayado.

Una posible configuración del sistema de fijación en el segundo extremo (31.2) para la probeta (19) de material a ensayar se describe a continuación. El sistema de fijación comprende una junta (27) ubicada en la cara externa de la placa de soporte (18) y una placa de cierre (28) con un hueco central configurada para fijar de forma estanca la probeta (19) de material a ensayar y la junta (27) entre la placa de soporte (18) y la placa de cierre (28). La placa de cierre (28) que fija firmemente y con seguridad los cuatro lados de la probeta (19) de material a ensayar y la junta (27) de forma que cuando la onda de presión del fluido de ensayo golpee la probeta (19) de material a ensayar (a través del orificio central de la placa de soporte (18)), ésta no se desprenda del útil ni se produzcan fugas del fluido de ensayo. Adicionalmente, en la probeta (19) de material a ensayar se coloca al menos un sensor (29) de microdeformaciones con objeto de registrar las microdeformaciones que pueda experimentar la probeta (19) de material a ensayar durante el ensayo.

A modo de ejemplo de configuración para proporcionar la necesaria estanqueidad, firmeza y solidez al conjunto conducto de ensayo (31)-probeta (19) de material a ensayar, las placas de salida y soporte se fijan (por ejemplo, mediante tornillos) a la estructura de soporte (1) del dispositivoy además se emplean unos elementos de sujeción (30) que unen la placa de soporte (18) y la placa de salida (20) entre sí.

Un sistema electrónico de control, accionamiento y regulación tiene una doble función: por un lado, realiza la adquisición y registro de datos del ensayo mediante unos medios de adquisición y registro de datos tanto de presión y microdeformaciones y, por otro lado, automatiza el dispositivo mediante un controlador lógico programable (PLC). El PLC controla de manera automática el proceso cíclico apertura o cierre del flujo del fluido de ensayo en el conducto de ensayo (31) mediante el accionamiento de la electroválvula (4) que controla el cilindro neumático (2). Un adaptador USB permite conectar los terminales del al menos un sensor (29) de microdeformaciones al ordenador y, mediante un programa informático, visualizar y analizar las microdeformaciones que se producen.

La presente invención propone repetir de forma cíclica las siguientes etapas en el sistema hidráulico, habiendo fijado ya la probeta (19) de material a ensayar, en donde la apertura y cierre de un elemento de cierre (8) se controla mediante el sistema electrónico:

- cerrar el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) de forma estanca mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8);
- introducir un fluido de ensayo en el conducto de ensayo (31) con caudal y presión prefijados;
- abrir el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8) de modo que sale el fluido de ensayo;
- cerrar el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) de forma estanca mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8) de forma rápida, generando así un golpe de ariete que se desplaza hasta el segundo extremo (31.2); y
- medir las microdeformaciones de la probeta (19) de material a ensayar mediante al menos un sensor (29) de microdeformaciones.

En la realización que se detallara a continuación el fluido de ensayo es agua pero se podría adaptar el dispositivo de ensayo para cualquier otro fluido. El dispositivo de ensayo propuesto consta de una estructura atornillada de perfiles de aluminio con sección cuadrada (4x4 cm^2) formando la estructura de soporte (1) que sustenta los cuatro sistemas funcionales: el sistema neumático de accionamiento, el sistema hidráulico, el sistema de fijación de la probeta y el sistema electrónico de control.

El componente principal del sistema neumático es un cilindro neumático (2) de doble efecto que aplica la fuerza necesaria para abrir y cerrar el circuito hidráulico. Las características más relevantes son las siguientes: un cilindro (2) de doble efecto de 30 cm de diámetro, un vástago (5) en acero cromado con 32 cm de recorrido, rango de presión de 1 a 10 bar y temperatura de trabajo desde -20ºC hasta 80ºC máx. Un compresor externo genera el aire comprimido a la presión necesaria (8 bar) y lo distribuye por una red de conductos hasta la zona donde se ubica el dispositivo. Se conecta a la citada red de conductos un conducto (3) de goma de diámetro 10 mm. El conducto (3) se extiende desde la red de conductos hasta una electroválvula (4). El conducto (3) está en comunicación fluida con la electroválvula (4) para conducir el aire a presión hasta la entrada de la misma. La electroválvula (4) de cinco vías y dos posiciones está en comunicación fluida con el cilindro neumático (2) de doble efecto para controlar el flujo de aire al cilindro neumático (2) permitiendo accionar en uno u otro sentido el vástago (5) que se extiende desde el cilindro neumático (2) hasta un eje (35). El cuerpo de la electroválvula (4) es de latón, con un diámetro nominal de 40 mm, conexiones de 2 pulgadas y accionamiento por bobina de 24 Vcc (potencia 18 VA).

El extremo exterior del vástago (5) del cilindro neumático (2) está unido a al eje (35) de acero inoxidable de 5 cm de diámetro mediante un collarín (6) del mismo material y longitud 12 cm, que es atravesado por dos pasadores transversales (7) de 1 cm de diámetro que cruzan vástago (5) y eje (35), respectivamente. En el extremo libre del eje (35) se monta y fija un elemento de cierre (8) de acero inoxidable y 45 cm de diámetro. Este elemento de cierre (8), que se desplaza por unos elementos de guiado (9) del mismo material y 2 cm de diámetro, tiene en la cara exterior tres ranuras circulares concéntricas de sección semicircular donde se ubican unas juntas (10) tóricas de goma de 3 cm de diámetro que permiten abrir o cerrar de manera estanca y muy rápidamente el circuito hidráulico cuando se acciona el cilindro neumático (2).

El sistema hidráulico del dispositivoconsta de los siguientes elementos principales: el depósito acumulador (11), la bomba (12), el depósito de presión (14), el manómetro (24) digital, el conducto de ensayo (31) y la cámara de vaciado (25). En el depósito acumulador (11) se encuentra almacenada el agua necesaria para realizar el ensayo. Este depósito es de acero inoxidable y tiene una capacidad aproximada de 200 litros (dimensiones: 60x60x60 cm^3). La bomba (12) de agua proporciona un caudal máximo de 150 litros/min a una presión máxima de 5 bar (tensión de alimentación: 230 Vca).

Esta bomba (12) está en comunicación fluidacon el depósito acumulador (11) mediante una tubería (13) de cobre de 30 mm de diámetro. La bomba (12) está en comunicación fluida con una válvula (34) de tres vías mediante una tubería (32). La válvula (34) de tres vías también está en comunicación fluida con un depósito de presión (14) de acero inoxidable (dimensiones: 70 cm de longitud y 50 cm de diámetro) y 10’5 Kg de peso mediante una tubería (33). Este depósito de presión (14) tiene una capacidad de almacenamiento de 100 litros y es capaz de impulsar el agua a una presión máxima de 5 bar a través de una tubería (15) de cobre de 30 mm de diámetro que conecta con el conducto de ensayo (31). El conducto de ensayo (31) está en comunicación fluida con la válvula (34) de tres vías mediante dicha tubería (15) que desemboca en un segundo extremo (31.2) del conducto de ensayo (31). .

El conducto de ensayo (31) consta de dos cilindros coaxiales: un cilindro externo y un cilindro interno (17). El cilindro externo (16) es de PVC y es capaz de resistir una presión máxima de 10 bar (dimensiones: 100 cm de longitud y 30 cm de radio). El cilindro interno (17) es también de PVC y tiene una longitud de 70 cm y un diámetro de 30 cm. Ambos cilindros limitan en el segundo extremo (31.2) (el lado por donde entra el agua) con una pieza prismática denominada placa de soporte (18). Esta placa de soporte (18) es de hierro fundido y cierra ambos cilindros por ese lado (dimensiones: 70x70x2 cm^3). Asimismo, la placa de soporte (18) tiene el orificio central de tamaño similar al diámetro del cilindro interno (17) que posibilita el impacto del agua contra la probeta de material a ensayar (19), que está situado en la cara externa de la placa de soporte (18). En un primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) el cilindro externo (16) se acopla con otra pieza prismática de cierre (dimensiones: 70x70x2 cm^3), denominada placa de salida (20), fabricada en hierro fundido que va provista de una serie de orificios (21) cilíndricos de 3 cm de diámetro distribuidos de manera uniforme en tres ranuras circulares concéntricas de sección semicircular que acoplan de forma estanca con las juntas (10) tóricas del sistema neumático. El cilindro interno (17) (de menor longitud que el cilindro externo (16) y abierto por en el lado del primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31)) requiere, para fijar la posición y coaxialidad respecto al cilindro externo (16), una sujeción complementaria mediante unos medios de sujeción (22) formados por dos conjuntos de tres varillas radiales de 15 cm de longitud y 1 cm de diámetro elaboradas en hierro fundido que unen por presión el cilindro externo (16) al cilindro interno (17). Asimismo, el cilindro externo (16) (limitado en ambos extremos por las placas de salida y soporte) requiere una fijación adicional

mediante unos medios de fijación (23) formados por tres bandas o cinturones circulares de refuerzo elaborados en fibra de carbono con 10 cm de ancho. Estos cinturones se distribuyen uniformemente en toda la longitud del cilindro externo (16) y permiten anclarlo con seguridad a la estructura de soporte (1) del dispositivo de ensayo.

Cuando la salida del conducto de ensayo (31) está cerrada, el agua entra por el segundo extremo (31.2) y va llenando completamente el conducto de ensayo (31) (tanto cilindro interno como externo). El manómetro (24) digital acoplado al conducto de ensayo (31), con carcasa de acero inoxidable y esfera de vidrio de alta resistencia, mide la presión del agua en el conducto de ensayo (31) varias veces por segundo y envía las lecturas a un ordenador mediante una interfaz USB. Cuando el cilindro neumático (2) retira la junta (10) tórica de los orificios de salida (21), el agua sale del conducto de ensayo (31) a través de los orificios de salida (21) de la placa de salida (20) con un caudal y presión determinada. Esta masa de agua es recogida en una cámara prismática denominada cámara de vaciado (25). Esta cámara de vaciado (25) está constituida por seis caras (dimensiones: 70x70x50 cm^3): las dos frontales son de hierro fundido (una de ellas es la placa de salida (20)) y el resto de caras son de metacrilato transparente. La base inferior tiene un orificio (26) de vaciado de 30 cm de diámetro que permite la salida del agua por gravedad hacia el depósito acumulador (11), cerrando así el circuito hidráulico.

El sistema de fijación de la probeta (19) de material a ensayar se ubica en la cara externa de la placa de soporte (18) y en la cual se ubica la junta (27) anular plana de goma de 2 mm de espesor, la probeta (19) de material a ensayar y la placa de cierre (28) cuadrada de hierro fundido de dimensiones 40x40 cm^2. Esta placa de cierre (28) tiene un hueco central cuadrado de dimensiones 20x20 cm^2 y va provista de cuatro tornillos en los vértices para fijar de forma estanca la probeta (19) de material a ensayar y la junta (27) de goma entre la placa de soporte (18) la placa de cierre (28). Así, cuando la onda de presión del agua golpea la probeta (19) de material a ensayar (a través del orificio de la placa de soporte (18)), ésta no se desprende del útil ni se producen fugas de agua. Adicionalmente, en la probeta (19) de material a ensayar se coloca el sensor (29) de microdeformaciones, por ejemplo, una galga extensiométrica, de 120 Ω y temperatura de trabajo comprendida entre -30ºC y 80ºC, que registra las

microdeformaciones que experimenta la probeta (19) de material a ensayar durante el ensayo.

Con objeto de dotar de la necesaria estanqueidad, firmeza y solidez al conjunto conducto de ensayo-probeta, las placas de salida y soporte van atornilladas a la estructura de soporte (1) del dispositivo de ensayo y además se montan unos elementos de sujeción (30) formado por dos varillas de acero laminado y 10 mm de diámetro que unen con tensión la parte superior de ambas placas (18, 20) mediante sendos tensores.

El sistema electrónico de control, accionamiento y regulación se ubica en un puesto de trabajo anejo al dispositivoy realiza, por un lado, la adquisición y registro de datos del ensayo y, por otro lado, automatiza el funcionamiento del cilindro neumático (2) mediante un controlador lógico programable (PLC). Para la adquisición de datos se utiliza un ordenador que recoge por USB los datos de presión del manómetro y las microdeformaciones detectadas por el sensor (29) de microdeformaciones. El PLC funciona con una alimentación de 12-24 Vca con 8 entradas y 4 salidas digitales (tipo relé) y es programable a través de una interfaz Ethernet.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, que reproduce el efecto de impactos repetitivos de un fluido sobre un material, caracterizado porque comprende:

- un conducto de ensayo (31) configurado para ser llenado de un fluido de ensayo, donde el conducto de ensayo (31) comprende un primer extremo (31.1) y un segundo extremo (31.2) según una dirección longitudinal del conducto de ensayo (31), estando configurado el segundo extremo (31.2) para la fijación de forma estanca de una probeta (19) de material a ensayar de tal manera que al menos una parte de la superficie de la probeta (19) de material a ensayar es accesible para el fluido de ensayo en el conducto de ensayo (31), el primer extremo (31.1) comprendiendo al menos un orificio de salida (21) del fluido de ensayo,
- un elemento de cierre (8) desplazable entre una primera posición de cierre y una segunda posición de apertura, donde el elemento de cierre (18) está adaptado para obstruir de forma estanca y rápida la salida de fluido de ensayo por el orificio de salida (21) del primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) de modo que se produce un golpe de ariete en el fluido de ensayo que se desplaza hacia el segundo extremo (31.2) del conducto de ensayo (31) donde se ubica la probeta (19) de material a ensayar.

2. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un sistema de accionamiento neumático para el elemento de cierre (8) para su desplazamiento entre la primera posición de cierre y la segunda posición de apertura.

3. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 2, caracterizado porque el sistema de accionamiento neumático comprende:

   - un conducto (3) que se extiende desde una red de conductos hasta una electroválvula (4);
   - un cilindro neumático (2) en comunicación fluida con la electroválvula (4);

- un vástago (5) que se extiende desde el cilindro neumático (2) hasta un eje (35);
- el eje (35) unido al extremo exterior del vástago (5) mediante unos medios de unión, comprendiendo el eje (35) un extremo libre configurado para montar y fijar el elemento de cierre (8); y
- unos elementos de guiado (9) adaptados para el desplazamiento del elemento de cierre (8) entre la primera posición de cierre y la segunda posición de apertura.

4. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 3, caracterizado porque el elemento de cierre (8) comprende una o más juntas (10) ubicadas en una o más ranuras para lograr un cierre estanco.

5. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un sistema hidráulico que comprende:

- una cámara de vaciado (25) en comunicación fluida con el al menos un orificio de salida (21);
- un orificio de vaciado (26) ubicado en una base inferior de la cámara de vaciado (25);
- un depósito acumulador (11) ubicado debajo del orificio (26) de vaciado configurado para recibir el fluido de ensayo;
- una bomba (12) en comunicación fluida con el depósito acumulador (11) mediante una tubería (13);
- una válvula (34) en comunicación fluida con la bomba (12) mediante una tubería (32) configurada para transportar el fluido de ensayo del depósito acumulador (11);
- un depósito de presión (14) en comunicación fluida con la válvula (34) mediante una tubería (33);
- una tubería (15) configurada para la comunicación fluida entre el conducto de ensayo (31) y la válvula (34), estando configurada la tubería (15) para recibir el fluido de ensayo impulsado por el depósito de presión (14) con un caudal y a una presión prefijados.

6. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el conducto de ensayo (31) comprende:

- un cilindro externo (16) y un cilindro interno (17) de menor longitud coaxiales que limitan en el segundo extremo (31.2) con una placa de soporte (18);
- un orificio central ubicado en la placa de soporte (18) configurado para que la probeta (19) de material a ensayar entre en contacto con el fluido de ensayo;
- una placa de salida (20) acoplada en el primer extremo (31.1) con el cilindro externo (16);
- uno o más orificios de salida (21) distribuidos de manera uniforme en una o más ranuras en la placa de salida (20);
- unos medios de sujeción (22) adaptados para unir los cilindros (16, 17) entre sí;
- unos elementos de sujeción (30) que unen la placa de soporte (18) y la placa de salida (20) entre sí; y
- unos medios de fijación (23) adicionales que fijan el cilindro externo (16) a una estructura de soporte (1).

7. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende un sistema de fijación en el segundo extremo (31.2) para la probeta (19) de material a ensayar que comprende una junta (27) ubicada en una cara externa de la placa de soporte (18) y una placa de cierre (28) con un hueco central configurada para fijar de forma estanca la probeta (19) de material a ensayar y la junta (27) entre la placa de soporte (18) y la placa (28) de cierre.

8. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un sistema electrónico de control, accionamiento y regulación del funcionamiento del dispositivo.

9. Dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 8, caracterizado porque el sistema electrónico comprende unos medios de adquisición y registro de datos, un controlador lógico

programable (PLC) configurado para automatizar el sistema de accionamiento y al menos un sensor (29) de microdeformaciones para la probeta (19) de material a ensayar.

10. Un método para el funcionamiento del dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales que reproduce el efecto de impactos repetitivos de un fluido sobre un material, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

- fijar de forma estanca una probeta (19) de material a ensayar en un segundo extremo (31.2) de un conducto de ensayo (31) que tiene dos extremos (31.1, 31.2) según una dirección longitudinal del conducto de ensayo (31); y
- repetir de forma cíclica las siguientes etapas del sistema hidráulico en donde la apertura y cierre de un elemento de cierre (8) se controla mediante un sistema electrónico:
    - cerrar el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) de forma estanca mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8);
    - introducir un fluido de ensayo en el conducto de ensayo (31) con caudal y presión prefijados;
    - abrir el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8) de modo que sale el fluido de ensayo;
    - cerrar el primer extremo (31.1) del conducto de ensayo (31) de forma estanca mediante el desplazamiento del elemento de cierre (8) de forma rápida, generando así un golpe de ariete que se desplaza hasta el segundo extremo (31.2); y
- medir las microdeformaciones de la probeta (19) de material a ensayar mediante al menos un sensor (29) de microdeformaciones.

11. Un método para el funcionamiento del dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 10, caracterizado porque el funcionamiento del sistema hidráulico comprende las etapas de:

- descargar el fluido de ensayo que sale del conducto de ensayo (31) desde la cámara de vaciado (25) mediante un orificio (26) de vaciado en su parte inferior hasta el depósito acumulador (11)

- bombear mediante la bomba (12) el fluido de ensayo hasta el depósito de presión (14)
- impulsar el fluido de ensayo mediante el depósito de presión (14) hasta el conducto de ensayo (31)

12. Un método para el funcionamiento del dispositivo de impacto cíclico de un fluido para ensayo de materiales, según la reivindicación 10, caracterizado porque el sistema electrónico adquiere y registra datos del ensayo de presión y microdeformaciones.

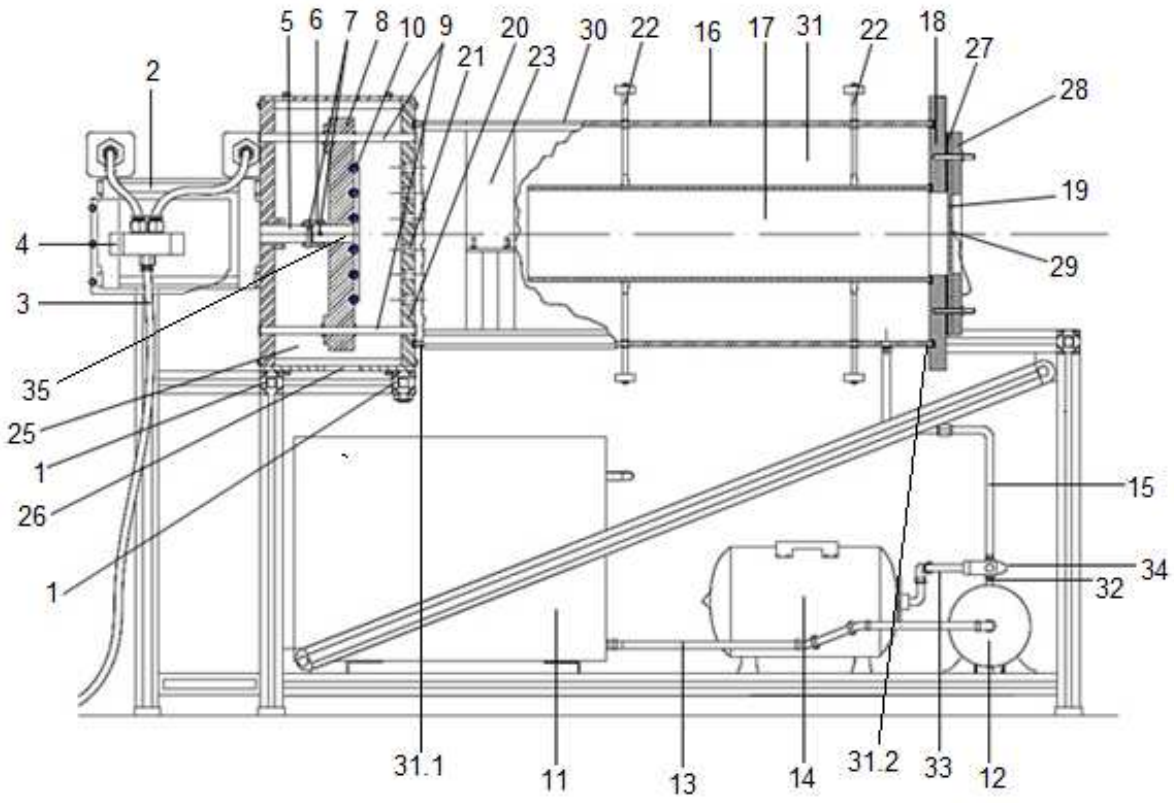

5
6
7
8
10
9
20
30
22
16
17
31
22
18
27
28
2
21
23
19
4
29
3
35
25
1
26
1
15
34
32
31.1
11
13
14
31.2
33
12

Figura 1

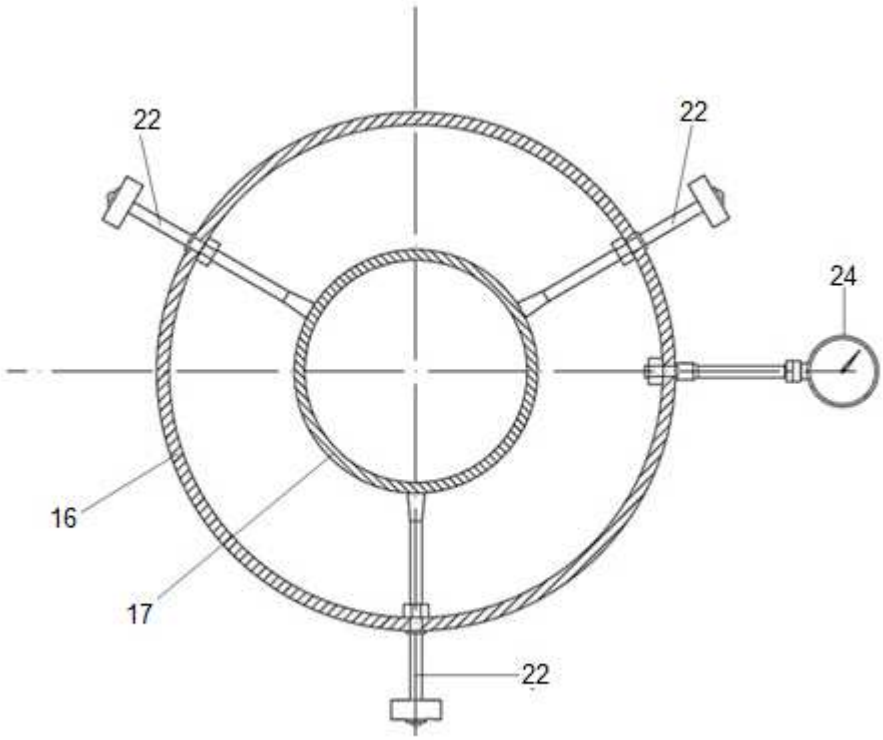


Figura 2

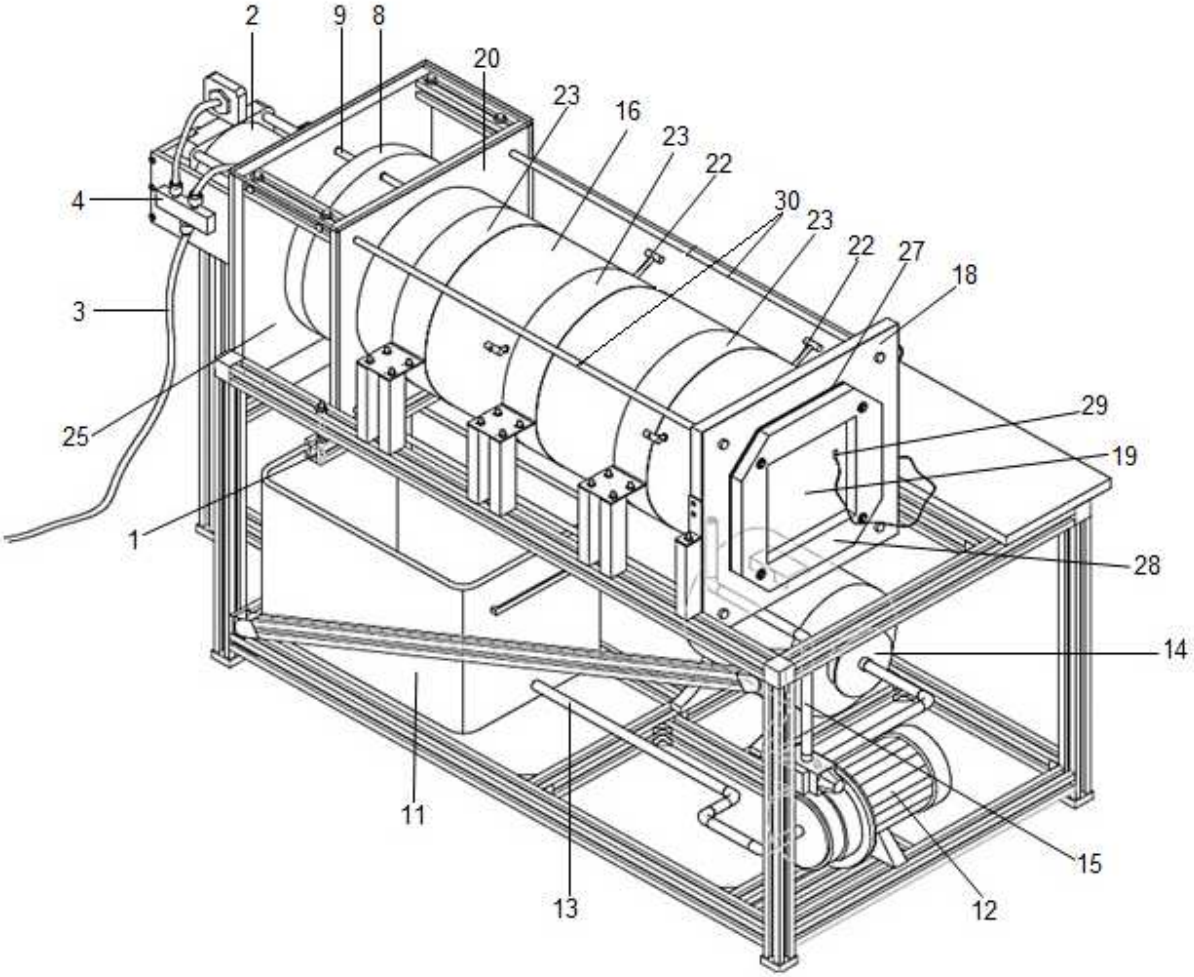


Figura 3