

MÁQUINA DE PRUEBAS DE PROPIEDADES MECÁNICAS

Campo de la invención

- 5 El presente invento se relaciona con máquinas para la realización de pruebas de propiedades mecánicas sobre probetas. En particular, la invención se relaciona con las máquinas de pruebas de propiedades mecánicas en probetas cilíndricas huecas.

Descripción del estado del arte

10

Conocer las propiedades mecánicas de los materiales resulta relevante para el diseño estructural de elementos, dado que con tal información es posible realizar el dimensionamiento de los elementos, prever ciclos de vida, entre otros aspectos.

- 15 Las máquinas de ensayos permiten realizar pruebas de propiedades mecánicas en probetas, al ejercer fuerzas en dirección longitudinal o perpendicular de la probeta. Por la configuración de los sistemas de aplicación de cargas a través de pistones o mordazas, estas máquinas no son útiles para la aplicación de cargas directas para la evaluación de cargas a compresión o tracción en cilindros huecos, de los conocidos en el estado de la técnica como
- 20 cilindros de pared gruesa, y comúnmente fabricados en concreto o cerámica.

- El documento US 6,595,068 B2 divulga una máquina de pruebas de cilindros huecos en ensayos de resistencia a la tracción. La máquina comprende un marco que sostiene la muestra alrededor de una membrana inflable. La membrana es inflada por un fluido a
- 25 presión. El fluido es monitoreado para determinar la presión en puntos críticos durante la realización de la prueba. La máquina comprende un transductor de presión para monitorear la presión del fluido, el cual se correlaciona con la cantidad de fuerza ejercida en la muestra. El transductor de presión se dispone al interior de la membrana flexible. El fluido a presión es suministrado por un compresor que puede suministrar fuerza hidráulica o
- 30 neumática. En una modalidad ilustrada, la máquina comprende placas dispuestas para sellar la membrana dentro del cilindro hueco. Las placas están configuradas para soportar el cilindro hueco pero no para ejercer esfuerzo sobre el mismo. Las placas también previenen que la membrana inflable se expanda longitudinalmente. Un computador se puede conectar con el transductor de presión para obtener los valores de presión. Como la
- 35 invención es dirigida a asfaltos, la máquina comprende un mecanismo de fluidos para simular distintas temperaturas de exposición del asfalto.

- La máquina de la divulgación permite realizar pruebas a tracción en cilindros huecos, pero durante la prueba hay presencia de fuerzas externas y contrarias a las fuerzas que ejercen la
- 40 prueba. Las fuerzas externas y contrarias, como la de fricción por contacto del cilindro hueco sobre la superficie donde se localiza, ejercen resistencia a la deformación del cilindro hueco, lo cual afecta los resultados de la prueba.

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario desarrollar una máquina que permita realizar pruebas a tracción y compresión sobre un cilindro hueco de tal manera que el cilindro hueco se pueda deformar sin resistencia mecánica en su dilatación o deformación a causa de fuerzas externas al cilindro hueco.

Breve descripción de la invención

La presente invención corresponde a una máquina de pruebas de propiedades mecánicas a un cilindro hueco (en adelante máquina), que comprende:

- un recipiente abierto en el cual se dispone el cilindro hueco;
- una membrana cilíndrica dilatable dispuesta al interior del cilindro hueco;
- una unidad de presión conectada a la membrana dilatable (en adelante membrana dilatable), la unidad de presión suministra un fluido a presión a la membrana dilatable;
- una válvula dispuesta entre la unidad de presión y la membrana dilatable;
- un sensor de presión dispuesto entre la unidad de presión y la membrana dilatable; y
- un sistema de control y captura de datos conectada a la unidad de presión, la válvula y el sensor de presión.

En el recipiente abierto se dispone un lubricante de tal manera que se disminuye la fuerza de fricción entre el cilindro hueco y el recipiente abierto, por consiguiente se disminuyen las fuerzas externas que se oponen a la deformación del cilindro hueco. Es decir, se permite que el cilindro hueco se deforme a causa de la fuerza ejercida por la membrana cilíndrica dilatable, sin resistencia alguna a causa de fricción del contacto del cilindro hueco con el recipiente abierto.

En una modalidad de la invención, el recipiente abierto con lubricante configura un porta muestra para la realización de pruebas a tracción en cilíndricos huecos. En la modalidad que comprende la pared cilíndrica más el recipiente abierto con lubricante, se configura un porta muestra para pruebas a compresión en cilindros huecos. El porta muestra se conforma de al menos dos planchas, una copa y al menos cuatro elementos de soporte unidos a las planchas, las planchas se disponen en los extremos del cilindro hueco para evitar la expansión de la membrana inflable en su dirección longitudinal, la plancha inferior está por debajo del recipiente abierto, la copa se conecta con la membrana inflable, en el extremo que esta fuera del cilindro hueco.

Descripción de las figuras

La FIG. 1 corresponde a una modalidad de la máquina la cual comprende un bastidor.

La FIG. 2 corresponde a una vista del cilindro hueco con la membrana cilíndrica dilatada dispuesta al interior del cilindro hueco.

- 5 La FIG. 3 muestra la manguera que conecta la unidad de presión con la membrana cilíndrica dilatada.

La FIG. 4 corresponde a una modalidad del porta muestras que comprende dos placas una inferior y una superior, la placa superior tiene una perforación en su parte superior por donde entra la manguera y por el otro extremo se conecta la copa, la copa está conectada a la membrana inflable, la placa inferior está conectada en una de sus superficies al recipiente abierto.

La FIG. 5 muestra un porta muestras que comprende dos placas una inferior y una superior, la placa superior tiene una perforación en su parte superior por donde ingresa la manguera y por el otro extremo se conecta la copa y se conecta con los elementos de soporte, la copa está conectada a la membrana inflable, la placa inferior está conectada en una de sus superficies al recipiente abierto y los elementos de soporte.

20 La FIG. 6 muestra un ensamble del porta muestras que comprende dos placas, una inferior y una superior, la placa superior tiene una perforación y la placa inferior tiene en una superficie el recipiente abierto, y los elementos de soporte, conectados a las placas.

Descripción detallada del invento

25

La presente invención se refiere a una máquina de pruebas de propiedades mecánicas (en adelante máquina) a un cilindro hueco (1).

Entre las propiedades mecánicas que se pueden evaluar en la máquina de pruebas de la presente invención, están las propiedades mecánicas a tensión y a compresión.

30

Haciendo referencia a la FIG. 1, se muestra una modalidad de la máquina, que comprende:

35

- un recipiente abierto (2);
- una membrana cilíndrica dilatada (9);
- una unidad de presión (4);
- una válvula (5); y
- un sistema de control y captura de datos (8).

El cilindro hueco (1) tiene una perforación que atraviesa el cilindro hueco (1) en toda su longitud. La perforación tiene un diámetro con la misma sección transversal de la membrana cilíndrica dilatada (9) cuando la membrana cilíndrica dilatada (9) está sin ningún grado de dilatación (en adelante estado de reposo).

40

Haciendo referencia a la FIG. 1, el cilindro hueco (1) se dispone sobre el recipiente abierto (2), de tal manera que una de las superficies planas del cilindro hueco (1) se dispone en el recipiente abierto (2). Al interior del cilindro hueco (1) se dispone la membrana cilíndrica dilatable (9), la membrana cilíndrica dilatable (9) se ingresa por el extremo opuesto que se encuentra en contacto con el recipiente abierto (2).

En el recipiente abierto (2) se dispone un lubricante (no ilustrado). El lubricante genera una capa de deslizamiento entre el cilindro hueco (1) y el recipiente abierto (2), y la membrana cilíndrica dilatable (9) y el recipiente abierto (2). Por consiguiente, se disminuye el coeficiente de fricción del cilindro hueco (1) y el recipiente abierto (2), y la membrana cilíndrica dilatable (9) y el recipiente abierto (2). La disminución del coeficiente de fricción es importante durante la operación de la máquina la cual se explica más adelante. Esta modalidad de la máquina es adecuada para la realización de pruebas a tracción a un cilindro hueco (1).

La membrana cilíndrica dilatable (9) debe lubricarse para facilitar su ingreso al cilindro hueco (1) y así mismo, evitar interferencias por fricción durante el ensayo.

Haciendo referencia a la FIG. 3, la membrana cilíndrica dilatable (9) puede tener dos placas (12) dispuestas en sus extremos, una placa (12) por cada extremo de la membrana cilíndrica dilatable (9). La función de las placas (12) es contrarrestar la dilatación longitudinal de la membrana cilíndrica dilatable (9), por consiguiente, se permite solo la dilatación radial de la membrana cilíndrica dilatable (9). Las placas (12) son elementos metálicos dentro de la membrana que solo se dispone en los extremos. Las placas (12) se ubican en donde hace contacto con la manguera (3). Las placas (12) son elementos intrínsecos e internos a la membrana cilíndrica dilatable (9).

Como se muestra en la FIG. 2, durante la prueba una pared cilíndrica (11) se puede disponer sobre el recipiente abierto (2). La pared cilíndrica (11) contiene al cilindro hueco (1), de tal manera que no hay espacio entre el cilindro hueco (1) y la pared cilíndrica (11). Esta modalidad de la máquina es adecuada para la realización de pruebas a compresión, dado que al contenerse el cilindro hueco (1) con la pared cilíndrica (11), la pared cilíndrica (11) ejerce una fuerza de resistencia a la deformación del cilindro hueco (1). Es decir, el cilindro hueco (1) se somete a fuerzas radiales opuestas. El material en el cual se fabrica la pared cilíndrica (11) es de una resistencia mecánica superior a la del material del cilindro hueco (1).

Es decir, en una modalidad de la invención, el recipiente abierto (2) con lubricante configura un porta muestra para la realización de pruebas a tracción en cilíndricos huecos (1). Y en la modalidad que comprende la pared cilíndrica (11) más el recipiente abierto (2)

con lubricante, se configura un porta muestra para pruebas a compresión en cilindros huecos (1).

Como muestran las FIG. 4, 5 y 6, un porta muestra se conforma de al menos dos planchas (14), una copa (10) y al menos cuatro elementos de soporte (13) unidos a las planchas (14). Las planchas (14) se disponen en los extremos del cilindro hueco (1) para evitar la expansión de la membrana cilíndrica dilatable (9) en su dirección longitudinal. La plancha (14) inferior se dispone por debajo del recipiente abierto (2), la copa (10) se conecta con la membrana cilíndrica dilatable (9) en el extremo que esta fuera del cilindro hueco (1). El porta muestra tiene unos elementos de soporte (13). También, el porta muestras puede tener o no la pared cilíndrica (11). La copa (10) se dispone de dos elementos, un elemento en forma de elipsoide con un diámetro mayor coincidente con el diámetro de la membrana cilíndrica dilatable (9) en su porción superior y un cilindro (de ahora en adelante tronco) conectado en su extremo inferior con el elipsoide y en su extremo superior con la plancha (14) superior del porta muestras.

La membrana cilíndrica dilatable (9) se elabora en caucho sintético. El caucho sintético de la membrana cilíndrica dilatable (9) se selecciona del grupo que consiste de estireno butadieno (Buna S), polietileno clorosulfonado (Hypalon), policloropreno (Neopreno) o cauchos similares elaborados por una persona mediadamente versada en la materia.

Haciendo referencia a las FIG. 1 y 3, la unidad de presión (4) se conecta a la membrana cilíndrica dilatable (9) mediante una manguera (3). La unidad de presión (4) suministra un fluido a presión a la membrana cilíndrica dilatable (9), con el propósito de dilatar esta última. La válvula (5) y el sensor de presión (6) se disponen entre la unidad de presión (4) y la membrana cilíndrica dilatable (9), a lo largo de la manguera (3).

La copa (10) se conecta al extremo de la membrana cilíndrica dilatable (9) por donde entra la manguera (3), por esta razón el elemento en forma de elipsoide de la copa (10) tiene la misma curvatura que uno de los extremos de la membrana cilíndrica dilatable (9) y el tronco es recto para hacer contacto con la plancha (14) superior del porta muestra. Como se muestra en la FIG. 5 y 6, la plancha (14) superior tiene una perforación por donde ingresa la manguera (3) por un lado y se conecta la copa (10) por el otro lado. La copa (10) tiene dos extremos uno conectado a la plancha (14) superior y otro a la membrana cilíndrica dilatable (9) o a la placa (12) de la membrana cilíndrica dilatable (9) como se mencionó anteriormente. La manguera (3) atraviesa la plancha (14) superior y la copa (10) y se conecta a la membrana cilíndrica dilatable (9).

El elemento en forma de elipsoide de la copa (10) está en contacto a la membrana cilíndrica dilatable (9) o a las placas (12).

Los elementos de soporte (13) del porta muestra no están en contacto con el cilindro hueco (1). Los elementos de soporte (13) se seleccionan del grupo conformado por: tornillos, barras roscadas en sus extremos, barras lisas, barras roscadas completamente, ángulos metálicos o elementos similares entendidos por una persona mediadamente versada en la materia.

En una modalidad de la invención (no ilustrada), la máquina comprende un colector. El colector se conecta a la salida de la unidad de presión (4). La válvula (5) se conecta al colector, el sensor de presión (6) se conecta a la válvula (5), y la manguera (3) se conecta al sensor de presión (6).

La unidad de presión (4) puede ser una unidad hidráulica o una unidad neumática.

La válvula (5) se selecciona del grupo que consiste de válvulas de alivio proporcionales, de control, de alivio de presión o de control de presión.

Haciendo referencia a la FIG. 1, el sistema de control y captura de datos (8) se conecta a la unidad de presión (4) y la válvula (5). El sistema de control y captura de datos (8) controla la presión del fluido suministrado por la unidad de presión (4) a la membrana cilíndrica dilatable (9). Igualmente, el sistema de control y captura de datos (8) controla el caudal del fluido suministrado por la unidad de presión (4) a la membrana cilíndrica dilatable (9), al controlar la apertura de la válvula (5).

Un sistema de control y captura de datos (8) registra los datos de presión y caídas de presión en la línea de flujo desde la unidad de presión (4) hasta la membrana cilíndrica dilatable (9), desde el sensor de presión (6). Mediante los datos de presión y caída de presión, el sistema de control (8) permite determinar las propiedades mecánicas del cilindro hueco (1).

La fuerza para realizar la prueba se suministra a través de la membrana cilíndrica dilatable (9) en la cara interna del cilindro hueco (1). Con lo anterior se generan esfuerzos radiales en conjunción con esfuerzos tangenciales, lo que conlleva a la falla por tracción en el cilindro hueco (1). En el momento que se dispone la pared cilíndrica (11), la falla se da por comprensión, dado que la pared cilíndrica (11) ejerce resistencia a la deformación del cilindro hueco (1), es decir, una fuerza contraria a la ejercida por la membrana cilíndrica dilatable (9).

En una modalidad de la invención, como la mostrada en la FIG. 1, la máquina comprende un bastidor (7) en el cual se disponen las demás partes de la máquina.

Ejemplo 1

En una configuración de los elementos de la máquina, la membrana cilíndrica dilatable (9) de neopreno ingresa al cilindro hueco (1) que está conformado de un material frágil (concreto simple) compuesto por cemento, agregado grueso (grava), agregado fino (arena) y agua. La membrana cilíndrica dilatable (9) tiene una placa (12) que mejorará el contacto entre la copa (10) y la membrana en conjunto con la manguera.

El cilindro hueco (1) está dispuesto sobre el recipiente abierto (2) y un porta muestra conformado por dos planchas (14) una superior y otra inferior, una copa (10) y cuatro elementos de soporte (13) tipo varillas roscadas. La plancha (14) superior tiene una perforación por donde ingresa la manguera (3) por un lado y la copa (10) por el otro. La copa (10) está en contacto a una de las placas (12) de la membrana cilíndrica dilatable (9). Las planchas (14) y los elementos de soporte (13) restringen la deformación longitudinal de la membrana.

La manguera (3) se conecta a un sensor de presión (6) XMLP100BC22 (presión máxima de 10 MPa), el sensor de presión (6) se conecta a una válvula (5), la válvula (5) se conecta a un colector, un colector se conecta a la salida de una unidad de presión (4).

La válvula (5) es una válvula de alivio de presión. Es necesario señalar que su dimensionamiento se basó en el flujo de diseño de la válvula (5) (Modelo 07C 1,4 gal/min).

El cilindro hueco (1) tiene un radio externo de 75 mm y un radio interno de 32 mm y una altura de 300 mm.

Los elementos de soporte (13) están soldados a la plancha (14) inferior a una perforación no pasante de dicha plancha (14) y los elementos de soporte (13) se roscan a la plancha (14) superior.

Ejemplo 2

Se realizaron dos fases de comprobación de datos una computacional (en MEF - Modelo de Elementos Finitos) y otra práctica (en un laboratorio).

Los datos obtenidos de las experimentaciones y modelación computacional fueron los siguientes:

	Resistencia a la tracción mediante experimentación en el laboratorio	Resistencia a la tracción en MEF
Probeta 1	3,179 MPa	3,136 MPa
Probeta 2	2,282 MPa	2,250 MPa
Probeta 3	3,467 MPa	3,421 MPa
Probeta 4	3,394 MPa	3,348 MPa

Probeta 5	3,971 MPa	3,917 MPa
Probeta 6	3,899 MPa	3,846 MPa

El promedio de la resistencia a la tracción mediante experimentación en el laboratorio es de 3,3640 MPa y la resistencia a la tracción en MEF es de 3,320 MPa.

5 Ejemplo 3

En una modalidad de la invención la copa (10) tiene diámetro de base menor de 31,75 mm, diámetro de base mayor de 71,12 mm, una altura del tronco semi-esférico de 11,45 mm, un radio de borde inferior del tronco semi-esférico de 52,39 mm.

10 Ejemplo 4

En una modalidad de la invención, el mantenimiento del sistema hidráulico o neumático, se realiza sin fluido por la manguera (3) y la membrana cilíndrica dilatante (9), después de no tener fluido en los elementos se desconecta la membrana cilíndrica dilatante (9) de la manguera (3), una vez separadas, la manguera (3) puede pasar a través del tronco de la copa (10) y la plancha (14) superior.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de pruebas de propiedades mecánicas a un cilindro hueco que comprende:

- 5 – un recipiente abierto sobre el que se dispone el cilindro hueco;
- una membrana cilíndrica dilatable dispuesta al interior del cilindro hueco;
- una unidad de presión conectada a la membrana cilíndrica dilatable, la unidad de presión suministra un fluido a presión a la membrana cilíndrica dilatable;
- 10 – una válvula dispuesta entre la unidad de presión y la membrana cilíndrica dilatable;
- un sensor de presión dispuesto entre la unidad de presión y la membrana cilíndrica dilatable y,
- un sistema de control y captura de datos conectada a la unidad de presión, la válvula y el sensor de presión.

15

2. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizada porque un lubricante se dispone en el recipiente abierto.

3. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizada porque comprende una pared
20 cilíndrica dispuesta sobre el recipiente abierto, la pared cilíndrica contiene el cilindro hueco.

4. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizada porque la unidad de presión es una unidad hidráulica o una unidad neumática.

25

5. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizada porque la válvula se selecciona del grupo conformado por válvulas de alivio proporcionales o válvulas de control, válvula de alivio de presión o válvula de control de presión.

30 6. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizada porque comprende un colector conectado a la unidad de presión y la válvula.

7. La máquina de la Reivindicación 6, caracterizada porque el sensor de presión se conecta al colector.

35

8. La máquina de la Reivindicación 1, caracterizado porque el cilindro hueco se dispone en un porta muestra conformado por:

- al menos dos planchas, cada una de las planchas se disponen en los extremos del cilindro hueco;
- 40 – una copa, la copa se conecta con la membrana cilíndrica dilatable, la copa está dispuesta sobre una de las planchas ; y,
- al menos cuatro elementos de soporte unidos a las placas

9. La máquina de la Reivindicación 8, que comprende una pared cilíndrica, la pared cilíndrica contiene el cilindro hueco.

RESUMEN

La presente invención corresponde a una máquina de pruebas de propiedades mecánicas a un cilindro hueco. La máquina comprende un recipiente abierto en el cual se dispone el
5 cilindro hueco. Al interior del cilindro hueco se dispone una membrana cilíndrica dilatable la cual se conecta a una unidad de presión que suministra un fluido a presión a la membrana dilatable. Entre la unidad de presión y la membrana cilíndrica dilatable se dispone una válvula y un sensor de presión. Un sistema de control y captura de datos se conecta a la unidad de presión, a la válvula y al sensor de presión. La máquina realiza pruebas de
10 tracción y compresión en cilindros huecos.