

DESARROLLO DE PROCESO DE MODERNIZACIÓN DE DISPOSITIVO DE ENSAYO DE FLEXIÓN ALTERNADA

Hirak, Matias; Szombach, Juan
INTI Mecánica
 mhirak@inti.gov.ar

Introducción

El Laboratorio de Ensayos Mecánicos del Centro Mecánica del INTI, posee una variedad de equipamiento destinada a realizar ensayos de naturaleza mecánica y destructiva conforme a las necesidades de los usuarios del centro. Es así que se efectúan ensayos de tracción, compresión, dureza y resiliencia.

Asimismo, se realizan también ensayos de flexión alternada para cables trenzados de acero de uso general, de acuerdo a las Normas ISO 2232 e ISO 7801. La finalidad de estos es determinar qué cantidad de flexiones resisten antes de romperse por efecto de la acritud que la deformación les causa en la sección que flexa. Para este fin, se dispone de un dispositivo de accionamiento manual.

A raíz de un aumento en la demanda de ensayos de cables de acero, el Laboratorio de Ensayos Mecánicos requirió un *retrofitting* de la máquina, a fin de aumentar su productividad.

Objetivo

Automatizar el dispositivo de ensayo mediante la incorporación de un motor eléctrico, que brinda la fuerza motriz necesaria para la deformación.

Desarrollar e implementar un sistema electrónico de control, con los dispositivos de seguridad necesarios.

Descripción

Características del ensayo

Se define a un cable de acero trenzado como un conjunto de alambres retorcidos helicoidalmente, en una o más capas, que constituyen un cuerpo único, apto para resistir esfuerzos de tensión con apropiadas cualidades de flexión. La estructura de un cable se muestra en la figura 1. El objeto del ensayo es el alambre de acero, elemento constitutivo del cable.

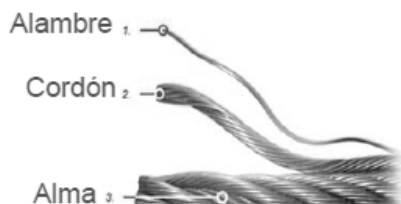


Figura 1. Estructura de un cable de acero trenzado

Se comienza analizando los requerimientos de la norma. La ISO 2232 e ISO 4101, citan como referencia para los ensayos de flexión alternada la ISO 144, modificada a su vez por la ISO 7801, de modo que para el análisis posterior, se utilizará como marco de referencia la norma ISO 7801:1984.

En la sección 4 de la norma, se describe el equipamiento de ensayo, consistente en un sistema de soportes cilíndricos que sujetan la muestra, y un brazo que rota, realizando un movimiento de flexión alternada en la muestra (Figura 2).

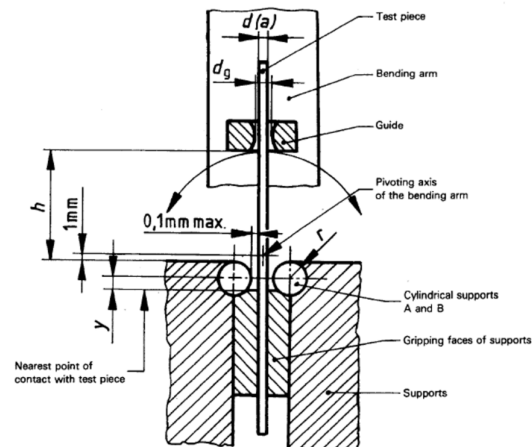


Figura 2. Esquema de dispositivo de ensayo

El procedimiento de ensayo es el siguiente: el primer lugar, se coloca el brazo en posición vertical y se ajusta la muestra, asegurándose que estén colocados los soportes cilíndricos correspondientes. Se aplica una pequeña tensión (menor al 2% de tensión de fluencia) para asegurar el contacto. Luego, se flexiona la muestra alternadamente 90 ° hacia cada lado, con una frecuencia no mayor a 1 Hz. El ensayo puede terminar en un número dado de ciclos o hasta que la muestra se rompa, en cuyo caso se contabiliza la cantidad de ciclos, excluyendo el de rotura.

Planteo de la automatización

Se aborda el problema relevando en primer lugar el dispositivo existente. Se encuentra un dispositivo consistente en un brazo accionado

manualmente que gira sobre un eje ubicado en el extremo. Para la automatización, se instalará un motor eléctrico que proporcione la cupla necesaria para el ensayo, en conjunto con un sistema de control electrónico microcontrolado.

Para seleccionar el motor, tomamos en cuenta el par necesario para la deformación y la velocidad requerida. Éste último requisito pone de manifiesto que la máxima velocidad del motor ha de ser 30 rpm. Para calcular el par utilizamos la conocida ecuación de flexión,

$$M_T = \sigma_R \cdot W_p$$

considerando las tensiones máximas a la tracción, dadas por el grado de calidad de los alambres, y los datos geométricos de las muestras. Las calidades disponibles oscilan entre 1180 y 2160 MPa y los espesores, por lo general, son de hasta 2 mm; sin embargo se consideró la posibilidad de dimensionar el equipo para hacer frente a mayores cargas. Se requiere entonces un mínimo de 3,1 Nm de par.

Finalmente, se opta por un motor trifásico de ¼ HP con un reductor planetario de tres etapas con una reducción $i = 46:1$. Con una cupla nominal de 55 Nm y una cupla máxima de 149 Nm, puede realizar ensayos sobre muestras de hasta 6 mm de diámetro en acero de máxima calidad. Además, puede ser utilizado en diámetros mayores si la calidad es menor, o si el material tiene un bajo coeficiente de endurecimiento por deformación

Para el sistema de control, se utiliza como plataforma un Arduino Mega 2560, programado en lenguaje Basic y compilado con BASCOM-AVR. Se utilizan los siguientes periféricos:

- Una pantalla LCD de 16x2 caracteres, para la presención de información en pantalla;
- Un sensor de corriente de tipo hall ACS 712;
- Tres sensores ópticos, dos para las inversiones de giro y una para contabilizar;
- Un módulo de relés optoacoplados 220V10A, para dar señal a los contactores que comandan el motor.
- Botonera para Iniciar, Resetear y Parada de emergencia.

El motor trifásico se utiliza con una línea monofásica, intercalando un capacitor entre la tercer bobina y la fase. Para lograr la inversión de giro, se invierte la fase directa y la fase con capacitor. Para frenar el motor, utilizamos un freno eléctrico, consistente en cortocircuitar dos espiras del rotor. Como esto genera grandes picos de corriente, se utilizan contactores bipolares de 25A para la conmutación, siendo la

corriente nominal del motor de 1.05 A y su corriente máxima 4.1 A.

El proceso de ensayo se automatiza casi en su totalidad, siendo solamente necesaria la intervención de un operador en el ajuste de la muestra. A medida que el ensayo avanza, se puede observar el conteo de ciclos en su pantalla. Paralelamente, el sensor de corriente toma muestras a una frecuencia de 62.5 Hz. Si durante más de un segundo detecta corrientes mayores al doble de la corriente máxima (que es la corriente de frenado), pausa el ensayo, al igual que si el botón de parada de emergencia es presionado. Esto significa que frena el movimiento, guarda el número de ciclos en memoria y corta la tensión del motor.



Figura 3. Dispositivo final

Intenciones a futuro

- Incorporar sensor IR de temperatura para la probeta (no debe alcanzar 0.4 de Tf).
- Incorporar sensor de temperatura en el motor (recordar que debido a que los ensayos son cortos, se lo utiliza a corriente máxima).
- Permitir bajada de datos a PC para confección de informe.

Conclusiones

Se obtiene un dispositivo automático para la realización del ensayo de flexión alternada conforme a ISO 7801, permitiendo aumentar la productividad del Laboratorio de Ensayos Mecánicos de INTI-Mecánica.