

PRACTICA No. 2

ENSAYO DE DUREZA BRINELL

OBJETIVO GENERAL: Que el alumno conozca el funcionamiento de una máquina universal para ensayos o pruebas mecánicas de materiales, así como los lugares de aplicación de ésta máquina en la industria, también es importante conocer los riesgos que representa el uso inadecuado de la máquina universal.

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme los conocimientos adquiridos del manejo de la maquina universal, y que el alumno adquiera destreza en el manejo de la misma desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso.

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó una máquina universal de pruebas mecánicas, una lupa para ampliar la imagen de la huella que deja el ensayo Brinell con penetrador tipo balón de 10 mm de diámetro, un vernier.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron probetas de aluminio (1), laton (1) y acero comercial (1).

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento de la máquina universal de pruebas mecánicas, así como el desarrollo de la práctica, también se nos dio la formula para encontrar la dureza Brinell de cada uno de los ensayos.

PROCEDIMIENTO: Para el desarrollo de ésta práctica se dividió la brigada en tres equipos de dos alumnos, al primer equipo se le entregó una probeta de aluminio, al segundo equipo una probeta de latón y al tercer equipo una de acero comercial, cada equipo realizó el ensayo correspondiente así como la obtención de la dureza del material por medio de la fórmula B.H.N., en ésta fórmula el único dato que se va a encontrar era el diámetro de la huella, para encontrar éste diámetro se utilizó una lupa.

DESARROLLO: Para el desarrollo de ésta práctica se siguieron las mismas indicaciones en los tres equipos. El desarrollo de la misma fue:

EQUIPO No. 1

- Se realiza la prueba de ensayo Brinell, seleccionando el balón de 10 mm. de diámetro.
- Se enciende la máquina por medio del botón correspondiente (localizado en la parte derecha del módulo de operaciones)
- Se calibra la máquina a ceros.
- Con la aguja de ajuste se escogió el rango indicado para el aluminio que es de 1,500 Kg.
- Se enciende la bomba de aceite en el módulo de control.
- Se coloca la probeta de aluminio en la parte correspondiente de la máquina.
- Se ajusta el cabezal con la probeta de modo que quede un espacio mínimo entre ellos y por lo tanto que no se le aplique carga.
- Se abre la válvula de carga poco a poco en forma constante hasta que la aguja de calibración llegue a 1,500 Kg.
- Ya una vez llegado a los 1,500 Kg. Se mantiene por un lapso de 30 segundos que es el equivalente a materiales como el aluminio.
- Se cierra la válvula de carga y se abre la de descarga.
- Se apaga la bomba de aceite y se cierra la válvula de descarga.
- Se mide con una lupa el diámetro de la huella que deja dicho ensayo, que en este caso fue de 4.2 mm.

- Se obtiene el valor de B.H.N. que fue de 103.26 Kg./mm²

EQUIPO No. 2

- Se realiza la prueba de ensayo Brinell, seleccionando el balón de 10 mm. de diámetro.
- Se enciende la máquina por medio del botón correspondiente (localizado en la parte derecha del módulo de operaciones)
- Se calibra la máquina a ceros.
- Con la aguja de ajuste se escogió el rango indicado para el latón que es de 1,500 Kg.
- Se enciende la bomba de aceite en el módulo de control.
- Se coloca la probeta de latón en la parte correspondiente de la máquina.
- Se ajusta el cabezal con la probeta de modo que quede un espacio mínimo entre ellos y por lo tanto que no se le aplique carga.
- Se abre la válvula de carga poco a poco en forma constante hasta que la aguja de calibración llegue a 1,500 Kg.
- Ya una vez llegado a los 1,500 Kg. Se mantiene por un lapso de 30 segundos que es el equivalente a materiales como el latón.
- Se cierra la válvula de carga y se abre la de descarga.
- Se apaga la bomba de aceite y se cierra la válvula de descarga.
- Se mide con una lupa el diámetro de la huella que deja dicho ensayo, que en este caso fue de 3.8mm.
- Se obtiene el valor de B.H.N. que fue de 127.3 Kg./mm²

EQUIPO No. 3

- Se realiza la prueba de ensayo Brinell, seleccionando el balón de 10 mm. de diámetro.
- Se enciende la máquina por medio del botón correspondiente (localizado en la parte derecha del módulo de operaciones)
- Se calibra la máquina a ceros.
- Con la aguja de ajuste se escogió el rango indicado para el acero comercial que es de 1,500 Kg.
- Se enciende la bomba de aceite en el módulo de control.
- Se coloca la probeta de acero comercial en la parte correspondiente de la máquina.
- Se ajusta el cabezal con la probeta de modo que quede un espacio mínimo entre ellos y por lo tanto que no se le aplique carga.
- Se abre la válvula de carga poco a poco en forma constante hasta que la aguja de calibración llegue a 1,500 Kg.
- Ya una vez llegado a los 1,500 Kg. Se mantiene por un lapso de 10 segundos que es el equivalente a materiales como el acero comercial.
- Se cierra la válvula de carga y se abre la de descarga.
- Se apaga la bomba de aceite y se cierra la válvula de descarga.
- Se mide con una lupa el diámetro de la huella que deja dicho ensayo, que en este caso fue de 3.5 mm.
- Se obtiene el valor de B.H.N. que fue de 150.97 Kg./mm²

DESCRIPCION: Para una mejor comprensión de la presente práctica es necesario conocer algunos términos tales como:

Dureza.– es la resistencia u oposición del material a ser rayado por un objeto o indentador.

Indentador.– es un objeto con el que se va a realizar la huella o marca. Puede ser de bola, cono o diamante, de medidas ½ in., ¼ in., 1/16 in. ó 1/32 in.

Probeta.– es una pequeña parte de material (muestra) con el que se va a realizar el ensayo.

MARCO TEORICO:

Ensayo de dureza Brinell:

Es un ensayo mecánico propuesto por el sueco J.A. Brinell en 1900. Es el ensayo de dureza más ordinario. Consiste en una prensa hidráulica de operación manual diseñada para imprimir un indentador sobre la superficie de la probeta analizada; la presión se mide por un manómetro y se aplica por medio de una bomba de aceite, la pieza de ensayo se coloca en soporte que puede subir o bajar mediante un tornillo.

Se fuerza un indentador de balín de acero templado o de carburo de tungsteno de 10 mm. De diámetro contra la probeta, con una fuerza adecuada a la dureza del material. Para materiales duros se aplica una carga de 3000Kg. Y para materiales suaves se emplean una carga de 500 Kg. El tiempo de aplicación de la fuerza es de 10–30 seg. Dependiendo de la aleación examinada; después se quita la carga y se mide el diámetro de la impresión en la probeta con un microscopio o lente especial con un rastreador láser para lectura automática.

El valor así obtenido, aplicado a la formula Brinell o con el uso del grado de dureza . El numero de dureza Brinell se define como la fuerza aplicada dividida por la superficie de contacto entre el indentador y la probeta después de haberse retirado el indentador.

Máquina universal de pruebas mecánicas:

Es un conjunto de mecanismos combinados para aprovechar, dirigir , regular o transformar la energía o para producir cierto efecto, como su nombre lo indica realiza una amplia variedad de pruebas mecánicas, para ayudar a encontrar un óptimo grado de calidad de los materiales requeridos para cierto trabajo realizado en ingeniería mecánica. Se usa para efectuar pruebas de tensión, compresión, dureza, dobléz, torsión, corte y otros ensayos. Estas máquinas operaban antes en forma mecánica y su fuente de funcionamiento eran los bulbos, después funcionaban por medio de transistores, hasta que actualmente operan por medio de un sistema hidráulico, además de que el tamaño de algunas de sus partes fuer reducido con el fin de ahorrar espacio en el lugar donde se encuentra. Las partes principales de una máquina universal son: zona de prueba, unidad de potencia, zona de control y unidad de computo. La forma de operación de la máquina universal es por medio de un pistón, el cual hace que suba el cabezal móvil inferior que está unido al cabezal móvil superior por medio de 4 tornillos lisos, mientras que en medio de los dos está el cabezal fijo que es donde se colocará la probeta a analizar, a la cual se le aplicará cierta cantidad de carga, tomando en cuenta los materiales de que está hecha y la prueba que se vaya a efectuar a esa pequeña muestra. La forma de cuidar la máquina es muy fácil, no hay que aplicar la carga de manera brusca, no hay que acelerar bruscamente el pistón ni los cabezales, así como mantener el área de la prueba libre de obstáculos que impidan el desarrollo del ensayo y darle limpieza de vez en cuando a sus partes, así como cuidar los tableros, botones y aditamentos de prueba.

CONCLUSIONES: En esta práctica se concluye que el diámetro de la huella hecha por el balín depende de la dureza del material, es decir a mayor diámetro de la huella la dureza es menor y a menor diámetro de la huella la dureza es mayor, lo cual queda ampliamente demostrado con los ensayos realizados en esta práctica. Otra de las conclusiones fue de que el tiempo y la carga de aplicación influyen en el diámetro de la huella, por eso es necesario contar con una tabla de datos para el tipo de material a utilizar. A si mismo demostramos que el latón tiene más dureza que el aluminio y el acero tiene mas dureza que el latón.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrencen E.

PRACTICA No. 3

ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL

OBJETIVO GENERAL: Que el alumno conozca el funcionamiento de una máquina para ensayos de dureza Rockwell llamada durometro, así como los lugares de aplicación de ésta máquina en la industria, también es importante conocer los riesgos que representa el uso inadecuado de la maquina.

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme los conocimientos adquiridos del manejo de la maquina para ensayos de dureza Rockwell, y que el alumno adquiera destreza en el manejo de la misma desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso.

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó una máquina para ensayos de dureza Rockwell tipo durometro.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron probetas de aluminio (1), acero endurecido (1) y acero comercial (1).

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento de la máquina de pruebas o ensayos de dureza Rockwell, llamado durometro, así como el desarrollo de la práctica, también se nos dio la formula para encontrar la dureza Rockwell de cada uno de los ensayos.

PROCEDIMIENTO: Para el desarrollo de ésta práctica se dividió la brigada en tres equipos de dos alumnos, al primer equipo se le entregó una probeta de aluminio, al segundo equipo una probeta de acero endurecido y al tercer equipo una de acero comercial, cada equipo realizó el ensayo correspondiente así como la obtención de la dureza Rockwell del material en forma directa con la caratula de la maquina, en la maquina digital se muestra la dureza Rockwell en forma digital.

DESARROLLO: Para el desarrollo de ésta práctica se siguieron las mismas indicaciones en los tres equipos. El desarrollo de la misma fue:

EQUIPO No. 1

- Se realiza la prueba de ensayo Rockwell, seleccionando el penetrador cono de diamante.
- Se coloca la probeta de acero endurecido en la mordaza de la maquina.
- Se le aplica una carga de ajuste de 10 kg.
- Se calibra a ceros en la escala negra de la caratula.
- En cada uno de los materiales se le aplica una carga de 60kg.
- Se deja de aplicar la carga hasta que se estabilice la palanca de carga y se toma esta medicion .
- Se regresa la palanca a su estado original y donde queda la aguja indicando es el grado de dureza Rockwell. Y la diferencia con la medida anterior es el grado de recuperacion.
- Se repite el ensayo en otra maquina para comparar ambos resultados.
- Se comprueban los resultados obtenidos con una maquina digital.

EQUIPO No.2

- Se realiza la prueba de ensayo Rockwell, seleccionando el penetrador cono de diamante.
- Se coloca la probeta de acero comercial en la mordaza de la maquina.
- Se le aplica una carga de ajuste de 10 kg.
- Se calibra a ceros en la escala negra de la caratula.

- En cada uno de los materiales se le aplica una carga de 60kg.
- Se deja de aplicar la carga hasta que se estabilice la palanca de carga y se toma esta medicion
- Se regresa la palanca a su estado original y donde queda la aguja indicando es el grado de dureza Rockwell. Y la diferencia con la medida anterior es el grado de recuperacion.
- Se repite el ensayo en otra maquina para comparar ambos resultados.
- Se comprueban los resultados obtenidos con una maquina digital.

EQUIPO No.3

- Se realiza la prueba de ensayo Rockwell, seleccionando el penetrador cono de diamante.
- Se coloca la probeta de aluminio en la mordaza de la maquina.
- Se le aplica una carga de ajuste de 10 kg.
- Se calibra a ceros en la escala negra de la caratula.
- En cada uno de los materiales se le aplica una carga de 60kg.
- Se deja de aplicar la carga hasta que se estabilice la palanca de carga y se toma esta medicion ..
- Se regresa la palanca a su estado original y donde queda la aguja indicando es el grado de dureza Rockwell. Y la diferencia con la medida anterior es el grado de recuperacion.
- Se repite el ensayo en otra maquina para comparar ambos resultados.
- Se comprueban los resultados obtenidos con una maquina digital.

CONSIDERACIONES:

Tipo de penetrador: Cono de diamante ó balines de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{2}$ de diametro.

Carga: 60,100 y 150kg.

Forma de medicion

De Dureza: Penetracion permanente en la probeta.

Tiempo de aplicación

De la carga: Hasta que se estabilice la palanca de carga.

MARCO TEORICO:

Donde:

L = carga aplicada, en kg.

D = longitud de la diagonal del cuadrado de la imprision, en mm.

Ensayo de dureza Rockwell:

La maquina Rockwell salió al mercado en 1924. Es el método mas utilizado entre las pruebas de dureza. Se realiza con rapidez en una maquina sencilla.

El ensayo Rockwell se basa como el ensayo Brinell en la resistencia que oponen los materiales a ser penetrados por un cuerpo mas duro, pero se diferencia de aquel en el que el ensayo Brinell se determina la dureza en función de la superficie de la huella, y en el Rockwell en función de la medida de la penetración. Además con la maquina Brinell la presión se aplica una sola vez, y en ensayo Rockwell actúan dos cargas

diferentes .

El ensayo Rockwell es el mas flexible para muchos casos pues al utilizar diferentes tipos de indentadores y variaciones de cargas puede aplicarse para analizar materiales en márgenes mas amplios de dureza y de diversos espesores. Puede usarse lo mismo para materiales plásticos que para metales.

Este ensayo utiliza indentadores y cargas mucho menores que las utilizadas en el ensayo Brinell. Los indentadores pueden ser de dos formas:

- 1.- Balines de acero de varios diámetros con comienzo de escala de 130 para penetración nula.
- 2.- Diamante cónico de vértice esférico con comienzo de escala de 100.

Ya que el indentador es pequeño, la superficie del material debe de estar rectificada, uniforme, lisa y limpia. La probeta se coloca en el soporte de la maquina, se gira el tornillo de este apoyo hasta que la pieza llegue a tocar el indentador, que se presiona contra la superficie de la probeta hasta aplicar una precarga o carga inicial auxiliar (menor de 10kg.) para situar el indentador en una posición de referencia, asegurar una buena sujeción de la pieza y con un buen contacto del indentador; después se aplica la carga mayor principal (60, 100, 150, kg.) que profundiza la huella; se retira la carga mayor y se aplica la precarga, determinándose la profundidad de la huella.

Como el mandril que soporta al indentador esta conectado en forma mecánica a una carátula indicadora que responde al mov. Vertical del indentador, la profundidad de la huella se registra en forma directa, indicando el numero de dureza, que se representa una escala invertida esto es, a los materiales suaves donde ocurren huellas mayores les corresponden índices inferiores de dureza; en los materiales duros se observan huellas pequeñas y les corresponden índices mayores de dureza. El índice debe ir acompañada de una letra característica de la escala; las diferentes escalas dependen de la forma y el tipo de indentador utilizando y de la carga aplicada.

Dureza.- Es la resistencia u oposición del material a ser rayado por un objeto o indentador.

Indentador.- Es un objeto con el que se va a realizar la huella o marca. Puede ser de bola, cono o diamante, de medidas 1/2in. , 1/4 in. , 1/8 in. , 1/16 in. ó 1/32 in.

Probeta.- Es una pequeña parte del material (muestra) con el que se va a realizar el ensay

Ensayo Rockwell Normal (Po = 10 kg.)

Simbolo	Penetrador	Carga(kg.)	Letra en escala	Aplicaciones
A	Cono de diamante	60	Negra	*Sondeo(carburos cementados y Aceros delgados)
B	Balin diam.=1/16"	100	roja	Cobre, Aceros suaves
C	Cono de diamante	150	Negra	Aceros, Hierros
D	Cono de diamante	100	Negra	Acero delgado endurecido
E	Balin diam.=1/8"	100	Negra	Hierro fundido
F	Balin diam.=1/16"	60	Roja	Aleacion de cobre
G	Balin diam.=1/16"	150	Roja	Bronces
Etc.	-----	-----	-----	-----

Tabla de datos

	Equipo No. 1	Equipo No. 2	Equipo No. 3
Material	Acero esp. Endurecido	Acero comercial	Aluminio
Tipo de ensayo	Rockwell A	Rockwell A	Rockwell A
Penetrador	Cono de diamante	Cono de diamante	Cono de diamante
Carga (kg.)	60	60	60
Prof.max(mm.)	0.094	0.134	0.164
Recuper.(mm.)	0.052	0.04	0.044
R.H.N.	79 R.A.	53 R.A.	40 R. A.

CONCLUSIONES: En esta práctica se concluye que la huella hecha por la punta de diamante depende de la dureza del material, es decir a mayor huella la dureza es menor y huella la dureza es mayor, lo cual queda ampliamente demostrado con los ensayos realizados en esta práctica. Otra de las conclusiones fue que la carga de aplicación influyen en la huella, por eso es necesario contar con una tabla de datos para el tipo de material a utilizar. A si mismo demostramos que el acero comercial tiene más

PRACTICA No. 4

ENSAYO DE DUREZA VICKERS

OBJETIVO GENERAL: Fomentar la investigacion de las aplicaciones practicas del ensayo Vickers y que ventajas tiene sobre los ensayos Brinell y Rockwell. Que el alumno conozca el funcionamiento de una máquina para ensayos de dureza Vickers, llamada durometro, así como los lugares de aplicación de ésta máquina en la industria, también es importante conocer los riesgos que representa el uso inadecuado de la maquina.

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme los conocimientos adquiridos del manejo de la maquina para ensayos de dureza Vickers, y que el alumno adquiera destreza en el manejo de la misma desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso.

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó una máquina para ensayos de dureza Vickers tipo durometro.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica no se utilizaron probetas ya que el microscopio donde se llevaría la medición de la huella, no estaba disponible.

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento de la máquina de pruebas o ensayos de dureza Vickers, llamado durometro, así como el desarrollo de la práctica, también se nos dio la formula para encontrar la dureza Vickers de cada uno de los ensayo(solo se dio explicación)

PROCEDIMIENTO: Para el desarrollo de ésta práctica (solo se dio la explicación)

- Se realiza la prueba de ensayo Vickers seleccionando el penetrador punta de diamante en forma de diamante.
- Se coloca la probeta de acero endurecido en la mordaza de la maquina.
- Se le aplica una carga deseada que va desde 1gr. Hasta 120 kg. (En cada uno de los materiales se le aplica una carga deseada según el tipo de material).
- Se retira la carga.
- Se mide las diagonales de la huella con la ayuda de un microscopio, también se observa el tipo de huella que puede ser huella perfecta, huella en forma de almohadilla, huella abarriada.

CONSIDERACIONES:

Tipo de penetrador: ----- punta de diamante en forma de pirámide

Carga: ----- 1 gr. Hasta 120 kg.

Forma de medición

De Dureza: ----- Impresión o huella en probeta

Tiempo de aplicación

De la carga: ----- De 10 a 15 seg.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PRUEBAS:

La selección de una prueba de dureza se determina generalmente por la facilidad de realización y por la exactitud deseada. Como la prueba Brinell deja una impresión relativamente grande, esta limitada a selecciones de trabajo mayor. Sin embargo esto constituye una ventaja cuando el material probado no es homogéneo. La superficie de la pieza a prueba cuando se efectúa una prueba Brinell no tiene que ser tan uniforme como la que se requiere en métodos de prueba que producen impresiones menores; no obstante, usar un microscopio para medir el diámetro de la impresión no es tan conveniente como leer un disco medidor. Debido a la deformación de la bola de acero, la prueba Brinell suele ser inexacta por encima de 500 HB. El intervalo puede aumentarse a 650 HB. con una bola de carburo de tungsteno.

La prueba Rockwell es una prueba rápida y sencilla. Las cargas y los indentados o marcadores son menores que los utilizados en la prueba Brinell, la prueba Rockwell puede emplearse en pruebas mas delgadas y probarse tanto los materiales mas duros como los mas blandos.

EL probador Vickers es el mas sensible de los probadores de dureza utilizados en la producción industrial. Tiene una sola escala continua para todos los materiales y el numero de dureza es virtualmente independiente de la carga. Debido a la posibilidad de usar cargas ligeras, pueden probarse selecciones mas delgadas que cualquier otra prueba de producción y la impresión cuadrada es la mas fácil de medir con exactitud.

La prueba de microdureza es básicamente una prueba de laboratorio. Usar cargas muy ligeras permite probar partes muy pequeñas y selecciones muy delgadas. Puede utilizarse para determinar la dureza de constituyentes individuales de la microestructura. Como a menor tamaño de la indentación el determinado de la superficie debe ser mejor, se necesita tener bastante mas cuidado para preparar la superficie para la prueba de microdureza. Por lo general, la superficie se prepara mediante la técnica de pulido metalográfico.

Las ventajas principales del escleroscopio son las pequeñas impresiones que permanecen, la rapidez de la prueba y la portabilidad del instrumento; sin embargo, los resultados tienden a ser inexactos, a menos que se tomen precauciones adecuadas.

El tubo debe estar perpendicular a la pieza a prueba, las piezas delgadas deben estar soportadas y afianzadas apropiadamente, la superficie que se va a probar debe ser más uniforme y lisa que para la mayoría de los otros métodos de prueba, y la punta de diamante no debe estar astillada o agrietada.

APLICACIONES TÍPICAS DE LA PRUEBA DE DUREZA VICKERS:

Esta prueba se aplica a los mismos materiales que las pruebas de dureza Rockwell y la Rockwell superficial, excepto donde se requiere más exactitud o menor penetración, como en:

- Partes cementadas delgadas, de 0.005 a 0.010 pulg.
- Materiales delgados, hasta de 0.005 pulg.
- Partes de acabado fino, con el fin de evitar una operación de remoción.
- Secciones delgadas, tales como tuberías.
- Estructuras débiles
- Espesor del chapeado

MARCO TEORICO:

Ensayo de dureza Vickers:

En esta prueba, el instrumento utiliza un marcador piramidal de diamante de base cuadrada con un ángulo incluido de 136 grados entre las caras opuestas. El intervalo de carga está generalmente entre 1 y 120 kg. El probador de dureza Vickers funciona bajo el mismo principio que el probador Brinell y los números se expresan en términos de carga y área de la impresión. Como resultado que la fórmula del marcador la impresión sobre la superficie de la muestra será un cuadrado. La longitud del diagonal del cuadrado es medida por medio de un microscopio equipado con un micrómetro ocular que contiene filos móviles. La distancia entre los filos se indica en un contador calibrado en milésimas de milímetro. Por lo general, hay tablas de convertir la diagonal medida al número de dureza piramidal Vickers (HV) o por medio de la fórmula.

$$HV = 1.854 L / d^2$$

Donde:

L = carga aplicada, en kg.

d = longitud de la diagonal del cuadrado de la impresión, en mm.

Como resultado de la latitud en las cargas aplicadas, el probador Vickers es útil para medir la dureza de hojas muy delgadas, así como secciones pesadas.

Marcador piramidal de diamante Vickers

Dureza Vickers

Este método es muy difundido ya que permite medir dureza en prácticamente todos los materiales metálicos independientemente del estado en que se encuentren y de su espesor.

El procedimiento emplea un penetrador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada. Tal penetrador es aplicado perpendicularmente a la superficie cuya dureza se desea medir, bajo la acción de una carga **P**. Esta carga es mantenida durante un cierto tiempo, después del cual es retirada y medida la diagonal **d** de la impresión que quedó sobre la superficie de la muestra (**figura 1**). Con este valor y utilizando tablas apropiadas se puede obtener la dureza Vickers, que es caracterizada por **HV** y definida como la relación entre la carga aplicada (expresada en Kgf) y el área de la superficie lateral de la impresión

Dureza.– Es la resistencia u oposición del material a ser rayado por un objeto o indentador.

Identador.– Es un objeto con el que se va a realizar la huella o marca. Puede ser de bola, cono o diamante, de medidas 1/2in. ,1/4 in. ,1/8 in. , 1/16 in. ó 1/32 in.

Probeta.– Es una pequeña parte del material (muestra) con el que se va a realizar el ensayo.

CONCLUSIONES: En esta práctica se concluye que la huella hecha por el marcador punta de diamante piramidal varía en proporción de la aplicación de la carga y la longitud de la diagonal del cuadrado de la impresión. El tamaño de la huella hecha por el marcador depende de la dureza del material, es decir a mayor huella, la dureza es menor huella la dureza es mayor, lo cual queda ampliamente demostrado con los ensayos realizados en esta práctica. Otra de las conclusiones fue de que el tiempo y la carga de aplicación influyen en el diámetro de la huella, por eso es necesario contar con una tabla de datos para el tipo de material a utilizar.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrencen E.

Apoyo didáctico: Internet

Didactico

PRACTICA No. 5

DEFORMIMETROS ELECTRICOS

OBJETIVO GENERAL: Fomentar la investigación de las aplicaciones prácticas del ensayo de deformación por medio de un deformímetro eléctrico el cual funciona bajo el principio del circuito del puente de wheatstone .

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme y comprenda el principio de funcionamiento de los deformímetros eléctricos y ser capaces de armar el circuito necesario. y que el alumno adquiera destreza en el manejo del mismo, desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso.

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó un deformímetro eléctrico, con aditamentos como son los strain gage.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron dos probetas del mismo material , en este caso fue de una aleación especial para vigas, también se usaron cables conectores para circuitos eléctricos.

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento del deformímetro eléctrico, así como del puente wheatstone.

PROCEDIMIENTO:

- Para el desarrollo de ésta práctica se conectaron dos probetas una de las cuales es la activa y la otra la compensadora por medio de unos straining gage

- Se realiza la prueba conectando del activo salen dos cables uno rojo y otro blanco, el rojo se conecta al rojo del deformímetro y el blanco al blanco del deformímetro y la placa compensadora salen dos cables uno negro y uno blanco e, el negro va conectado a la terminal correspondiente del deformímetro y el blanco es común y se conecta con el blanco del activo.
- Se toma la medición en el deformímetro eléctrico al aplicarle una carga a la probeta activa

CONSIDERACIONES:

Deformímetro eléctrico = strain gage + circuito de puente wheatstone

Principio:

$$R = L / A$$

Donde :

R= resistencia eléctrica del elemento.

= resistividad de material

L = longitud del elemento

A= área de sección transversal del elemento

Circuito de puente wheatstone

Considerando RA y RB como desconocidas; podemos analizar:

Contra:

Considerando que estos elementos tienen longitudes y resistencias calibradas, a estos les llamamos strain gage y pueden estar fabricados en los siguientes materiales:

- Cobre
- Cromo
- Níquel
- Vanadio
- Silicio
- Etc.

CONCLUSIONES: En esta práctica se concluye que la huella hecha por el marcador punta de diamante piramidal varía en proporción de la aplicación de la carga y la longitud de la diagonal del cuadrado de la impresión. El tamaño de la huella hecha por el marcador depende de la dureza del material, es decir a mayor huella, la dureza es menor huella la dureza es mayor, lo cual queda ampliamente demostrado con los ensayos realizados en esta práctica. Otra de las conclusiones fue de que el tiempo y la carga de aplicación influyen en el diámetro de la huella, por eso es necesario contar con una tabla de datos para el tipo de material a utilizar.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

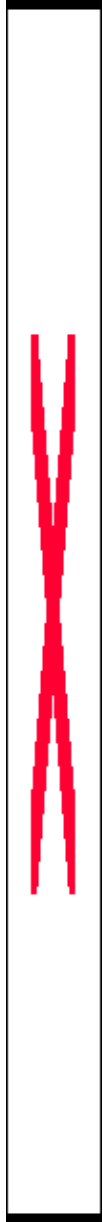
Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrence E.

Apoyo didáctico: Internet

Didáctico



PRACTICA No. 6

ENSAYO PARA DETERMINAR EL MODULO DE ELASTICIDAD

OBJETIVO GENERAL: Fomentar la investigación de las aplicaciones practicas del ensayo de deformación por medio de un deformimetro eléctrico el cual funciona bajo el principio del circuito del puente de wheatstone, así como obtener el modulo de elasticidad del latón utilizando el deformimetro eléctrico.

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme y comprenda el principio de funcionamiento de los deformímetros eléctricos y ser capaces de armar el circuito necesario. y que el alumno adquiriera destreza en el manejo del mismo, desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso, obteniendo el modulo de elasticidad.

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó un deformímetro eléctrico, con aditamentos como son los strain gage, una máquina universal para ensayos o pruebas mecánicas de materiales.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron dos probeta del mismo material , en este caso fue de latón, a una probeta funciono como material activo y la otra como material compensador también se usaron cables conectores para circuitos eléctricos.

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento del deformímetro eléctrico, así como de la maquina universal de pruebas mecánicas.

PROCEDIMIENTO:

- Para el desarrollo de ésta práctica se conectaron dos probetas de latón una de las cuales es la activa y la otra la compensadora por medio de unos strain gage
- Se realiza la prueba conectando del activo salen dos cables uno rojo y otro blanco, el rojo se conecta al rojo del deformímetro y el blanco al blanco del deformímetro y la placa compensadora salen dos cables uno negro y uno blanco, el negro va conectado a la terminal correspondiente del deformímetro y el blanco es común y se conecta con el blanco del activo.
- Se enciende la máquina por medio del botón correspondiente (localizado en la parte derecha del módulo de operaciones)
- Se calibra la máquina a ceros.
- Se enciende la bomba de aceite en el módulo de control.
- Se coloca la probeta de latón en la parte correspondiente de la máquina, por medio de unas mordazas, como el latón es muy resbaloso se le sujeto con una fuerza considerable a ambos lados de la probeta.
- Una vez que la fuerza llegue a 1400 kg. Se empieza a anotar la deformación que tiene según el puente de Wheastone,
- Se toma la medición en el deformímetro eléctrico al aplicarle una carga a la probeta activa cada 200 kg. Desde la carga máxima de 1400 kg. Hasta 0 kg.
- Ya una vez llegado a los 0 Kg. Se cierra la válvula de carga y se abre la de descarga.
- Se apaga la bomba de aceite y se cierra la válvula de descarga.
- Se encuentra el valor del esfuerzo para cada medición, es decir cada 200 kg. tomando en cuenta que el área es de 3.33 cm² permanentemente.
- Se tabula los valores de la deformación según el puente Wheastone cada 200 kg. Desde 0 hasta 1400 kg.
- Se calcula el valor del modulo de elasticidad por medio de la formula : modulo de elasticidad = esfuerzo / deformación para cada valor calculado, es decir desde 0 hasta 1400 kg. Cada 200 kg.
- Se tabula los valores obtenidos del modulo de elasticidad.
- Para obtener un valor mas exacto del modulo de elasticidad se elimina el valor mas grande lo mismo que el mas chico.
- En esta practica el valor promedio del modulo de elasticidad fue de 12.00 x 10⁵ kg./cm.²

CONSIDERACIONES:

PRINCIPIO:

$$\Delta L = \frac{FL}{EA}$$

E = MODULO DE YOUNG

GRAFICANDO:

Deformimetro eléctrico = strain gage + circuito de puente wheatstone

Principio:

$$R = \frac{L}{A}$$

Donde :

R= resistencia eléctrica del elemento.

= resistividad de material

L = longitud del elemento

A= área de sección transversal del elemento

Circuito de puente wheatstone

$$A = (5.07 \text{ cm.}) (0.657 \text{ cm.}) = 3.33 \text{ cm}^2$$

TABLAS DE LECTURAS OBTENIDAS

P(kg.)	(kg./cm ²)	cm./cm.(x 10 ⁻⁶)	E (kg./cm x 10 ⁵)
0	0	-61	0
200	60	-12	*-50
400	120	64	*18.75
600	180	124	14.51
800	240	193	12.43
1000	300	261	11.49
1200	360	327	11
1400	420	396	10.6
			E promedio = 12.006

* = No se tomaron para la obtención del promedio por ser los valores menor y mayor respectivamente

La obtención del modulo elástico fue sumando los valores del modulo elástico obtenidos de cada 200 kg. Que fueron desde 0 hasta 1400 kg. Y dio un resultado de:

$$12 \times 10^5 \text{ kg./cm}^2$$

MARCO TEORICO:

Esfuerzo y deformación. Al ensayar los materiales, las cargas se aplican y miden por medio de maquinas de ensaye. Las cargas usualmente se especifican en unidades de fuerza, tales como las libras, aunque para ciertos ensayos como los de torsión, la carga puede expresarse en términos de momentos, por ejemplo, libras-pulgadas.

El esfuerzo se define aquí como la intensidad de las fuerzas o componentes internas distribuidas que resisten un cambio en la forma de un cuerpo. El esfuerzo se mide en términos de fuerza por área unitaria.

El termino deformación se usa aquí en su acepción general para indicar el cambio en la forma de un cuerpo; puede deberse al esfuerzo, al cambio térmico, al cambio de humedad, o a otras causas. En conjunción con el esfuerzo directo, la deformación usualmente se supone como un cambio lineal y se mide en unidades de longitud.

La deformación se define como el cambio por unidad de longitud en una dimensión lineal de un cuerpo, el cual va acompañado por un cambio de esfuerzo.

Deformación permanente: es la deformación o deformación unitaria restante en un cuerpo previamente esforzado después del retiro de la carga.

Las deformaciones se miden por medio de un deformimetro un termino utilizado para denotar cualquier instrumento medidor de deformación, tales como un extensometro; un compresometro. Una deformación medida se reduce a deformación mediante la consideración de tramo calibrado, esto es, el largo por el cual el deformimetro mide la deformación. Para el ensaye comercial ordinario un deformimetro capaz de medir hasta 0.0001 in./in. de longitud del calibrador es suficientemente exacto.

CONCLUSIONES:

En esta practica se concluye que el deformimetro es de gran utilidad, ayudándose para pruebas en laboratorio de una maquina universal. Para obtener el modulo de elasticidad es necesario aplicar una carga gradual y anotar la deformación para cada carga aplicada en rangos de aplicación según el material, en esta practica se dio un rango de 200 en 200 kg. Hasta 1400 kg. También se concluye que a mayor área de la probeta menor es el modulo de elasticidad y a mayor esfuerzo mayor es el modulo de elasticidad. Es necesario tener dos probetas, una activa y una compensadora. Otro dato importante es el conocer el factor gage que en esta practica fue de 0.026 para calibrar adecuadamente el deformimetro eléctrico.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrencen E.

Libro: Ensaye e inspección de los materiales de ingeniería

Autor: Davis, Harmer, E.

Ed: Compañía editorial continental, S.A.

PRACTICA No. 7

ENSAYO EN UNA VIGA ESTATICAMENTE DETERMINADA

OBJETIVO GENERAL: Fomentar la investigación de las aplicaciones prácticas del ensayo de deformación por medio de la aplicación de cargas colocada a cierta distancia de cada reacción. Utilizando un deformímetro eléctrico para medir la deformación, el cual funciona bajo el principio del circuito del puente de wheatstone, así como obtener el módulo de elasticidad del latón utilizando el deformímetro eléctrico.

OBJETIVO PARTICULAR: Que el alumno reafirme y comprenda el principio de funcionamiento de los deformímetros eléctricos y ser capaces de armar el circuito necesario. y que el alumno adquiera destreza en el manejo del mismo, desarrollando pruebas o ensayos durante el presente curso, obteniendo la deformación unitaria, producida por la aplicación de cargas previamente establecidas

EQUIPO NECESARIO: En ésta práctica se utilizó un deformímetro eléctrico, con aditamentos como son los strain gage, un extensómetro, puntos de apoyo, una carga transmitida por pesas determinadas.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron dos probetas del mismo material, en este caso fue de aluminio comercial, a una probeta funciona como material activo y la otra como material compensador también se usaron cables conectores para circuitos eléctricos.

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento del deformímetro eléctrico, así como de la obtención de la deformación, para obtener el esfuerzo máximo. también se explico como obtener la deformación por el método teórico.

PROCEDIMIENTO:

- Para el desarrollo de ésta práctica se repartió el grupo en tres equipos haciendo cada equipo los mismos pasos. Empezando por conectar dos probetas del acero comercial una de las cuales es la activa y la otra la compensadora por medio de unos strain gage
- Se realiza la prueba conectando del activo salen dos cables uno rojo y otro blanco, el rojo se conecta al rojo del deformímetro y el blanco al blanco del deformímetro y la placa compensadora salen dos cables uno negro y uno blanco, el negro va conectado a la terminal correspondiente del deformímetro y el blanco es común y se conecta con el blanco del activo.
- Se colocan los dos apoyos para que produzcan dos reacciones las cuales se colocan a una distancia entre ellos de 80 cm.
- Se coloca la viga sobre las reacciones, colocándola en el sitio exacto, tomando para ello unas marcas que tiene la viga como referencias.
- Se enciende el deformímetro eléctrico.
- Se instala el factor gage del acero comercial en el deformímetro que en este caso es de 2.125, calibrándolo exactamente.
- Se instala el extensómetro sobre la viga.
- Se calibra el extensómetro a ceros. Tomando en cuenta que la aguja de calibración debe de estar sobre la superficie de la viga.
- Se presiona el botón de run en el deformímetro.
- Se calibra a ceros el deformímetro. Para poder correr la deformación
- Se le aplica la carga a la viga, procurando que la carga sea en forma gradual, hasta llegar a los 3 kg. para que se permita tomar las anotaciones, ya que cada vuelta que da el marcador del extensómetro es un milímetro de deformación.
- Se toma la medición en el deformímetro eléctrico al aplicarle una carga a la probeta activa cada 3 kg.
- Se toma la medición de extensómetro en este caso fue de 2.68mm. en promedio para cada equipo.

- Se tabula los valores obtenidos del modulo de elasticidad, de cada equipo.
- Se comparan los valores de cada equipo

CONSIDERACIONES:

MATERIAL: ALUMINIO COMERCIAL CON $E = 6.7 \times 10^5 \text{ KG./CM}^2$

FACTOR GAGE: 2.125

ESQUEMA BASICO

P= 3KG. STRAIN GAGE

40 cm. 40 cm.

D.F.C.

D.M.F.

C.E.

TABLA DE DATOS DEL ENSAYO

	EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO 3
max.			
max.			
$Y_x = 20 \text{ cm.}$			

DATOS PARA LA OBTENCION DEL ESFUERZO MAXIMO POR EL METODO TEORICO

OPERACIONES:

MARCO TEORICO:

Esfuerzo y deformación. Al ensayar los materiales, las cargas se aplican y miden por medio de maquinas de ensaye . Las cargas usualmente se especifican en unidades de fuerza, tales como las libras, aunque para ciertos ensayos como los de torsión, la carga puede expresarse en términos de momentos, por ejemplo, libras–pulgadas.

El esfuerzo se define aquí como la intensidad de las fuerzas o componentes internas distribuidas que resisten un cambio en la forma de un cuerpo. El esfuerzo se mide en términos de fuerza por área unitaria.

El termino deformación se usa aquí en su acepción general para indicar el cambio en le forma de un cuerpo; puede deberse al esfuerzo, al cambio térmico, al cambio de humedad, o a otras causas. En conjunción con el esfuerzo directo, la deformación usualmente se supone como un cambio lineal y se mide en unidades de longitud.

La deformación se define como el cambio por unidad de longitud en una dimensión lineal de un cuerpo, el cual va acompañado por un cambio de esfuerzo.

Deformación permanente: es la deformación o deformación unitaria restante en un cuerpo previamente esforzado después del retiro de la carga.

Las deformaciones se miden por medio de un deformímetro un término utilizado para denotar cualquier instrumento medidor de deformación, tales como un extensómetro; un compresómetro. Una deformación medida se reduce a deformación mediante la consideración de tramo calibrado, esto es, el largo por el cual el deformímetro mide la deformación. Para el ensayo comercial ordinario un deformímetro capaz de medir hasta 0.0001 in./in. de longitud del calibrador es suficientemente exacto.

CONCLUSIONES:

En esta práctica se concluye que el deformímetro es de gran utilidad, ayudándose para pruebas en laboratorio de una carga aplicada por medio de pesas, previamente calibradas. Para obtener el esfuerzo máximo se necesita encontrar la deformación que sufre el material al aplicarle la carga de 3 kg. Que queda anotada en el deformímetro, ya que el módulo de elasticidad para el aluminio comercial es de 6.7×10^5 kg./cm² y con la fórmula de: $\text{Esfuerzo} = (\text{módulo de Young}) * (\text{deformación unitaria})$. De esta forma encontramos el esfuerzo máximo por el método práctico. Para obtener el esfuerzo máximo por el método teórico se usó usando el método de doble integración. Comprobando los resultados se comprueba que son muy parecidos.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrence E.

Libro: Ensayo e inspección de los materiales de ingeniería

Autor: Davis, Harmer, E.

Ed: Compañía editorial continental, S.A.

OBTENER DEFLEXION CUANDO $X = 20$ CM. UTILIZANDO EL METODO DE DOBLE INTEGRACIÓN

PRACTICA No. 8

ENSAYO EN UNA VIGA ESTATICAMENTE INDETERMINADA

OBJETIVO GENERAL: Fomentar la investigación de las aplicaciones prácticas del ensayo de deformación. Utilizando cargas determinadas, colocadas a cierta distancia de cada reacción. Utilizando un deformímetro eléctrico para medir la deformación, el cual funciona bajo el principio del circuito del puente de Wheatstone, así como obtener el módulo de elasticidad del latón utilizando el deformímetro eléctrico.

OBJETIVO PARTICULAR: Obtener el esfuerzo en el punto del diagrama, obtener la reflexión en el punto b del diagrama, obteniendo la deformación unitaria, producida por la aplicación de cargas previamente establecidas y en esta práctica en particular se estudian las vigas estáticamente indeterminadas y la resolución de las reacciones incógnitas, así como el momento del empotramiento.

EQUIPO NECESARIO: En esta práctica se utilizó un deformímetro eléctrico, con aditamentos como son los strain gage, un extensómetro, puntos de apoyo, mordazas para empotrar la viga, una carga transmitida por pesas determinadas.

MATERIAL UTILIZADO: En ésta práctica se utilizaron dos probeta del mismo material , en este caso fue de aluminio comercial, a una probeta funciono como material activo y la otra como material compensador también se usaron cables conectores para circuitos eléctricos.

INTRODUCCION: Para ésta práctica se dio un breve repaso del funcionamiento del deformimetro eléctrico, así como de la obtención de la deformación, para obtener el esfuerzo máximo. también se explico como obtener la deformación por el método teórico.

PROCEDIMIENTO:

- Para el desarrollo de ésta práctica se repartió el grupo en tres equipos haciendo cada equipo los mismos pasos. Empezando por conectar dos probetas del acero comercial una de las cuales es la activa y la otra la compensadora por medio de unos straining gage.
- La viga previamente se había empotrado por medio de unas mordazas.
- Se realiza la prueba conectando del activo salen dos cables uno rojo y otro blanco, el rojo se conecta al rojo del deformimetro y el blanco al blanco del deformimetro y la placa compensadora salen dos cables uno negro y uno blanco, el negro va conectado a la terminal correspondiente del deformimetro y el blanco es común y se conecta con el blanco del activo.
- Se colocan un apoyo apara que produzca una reacción la cual se coloca a una distancia de 80 cm. del extremo empotrado.
- Se instala el extensometro sobre la viga a una distancia de 60 cm. del punto de empotramiento.
- Se calibra el extensometro a ceros. Tomando en cuenta que la aguja de calibración debe de estar sobre la superficie de la viga.
- Se enciende el deformimetro eléctrico.
- Se instala el factor gage del acero comercial en el deformimetro que en este caso es de 2.125 , calibrándolo exactamente.
- Se presiona el botón de run en el deformimetro.
- Se le aplica la carga a la viga a una distancia de 40 cm. del empotramiento, procurando que la carga sea en forma gradual, hasta llegar a los 3 kg. para que se permita tomar las anotaciones, ya que cada vuelta que da el marcador del extensometro es un milímetro de deformación.
- Se toma la medición en el deformimetro eléctrico al aplicarle una carga a la probeta activa cada 3 kg.
- Se toma la medición de extensometro para cada equipo.
- Se tabula los valores obtenidos de la deformación, y de sus respectivos esfuerzos máximos por cada equipo.
- Se comparan los valores de cada equipo.
- Se obtienen los valores de deformación por el método teórico.
- Se comparan los valores obtenidos de la deformación y esfuerzo máximo obtenidos por el método practico contra los valores obtenidos por el método teórico.

CONSIDERACIONES:

MATERIAL: ALUMINIO COMERCIAL CON $E = 6.7 \times 10^5 \text{ KG./CM}^2$

FACTOR GAGE: 2.125

ESQUEMA BASICO

P= 3KG. STRAIN GAGE

40 cm. 40 cm.

D.F.C.

D.M.F.

C.E.

TABLA DE DATOS DEL ENSAYO

EQUIPO	1	2	3
A (cm./cm.) x 10 ⁻⁶	158	160	158
A (kg./cm ²)	106	108	106
YB (mm.)	1.22	1.24	1.31

OPERACIONES DEL ENSAYO:

OPERACIONES:

CALCULO DE REACCIONES POR EL METODO DE DOBLE INTEGRACION

MARCO TEORICO:

Viga estáticamente indeterminada es aquella que presenta mas de tres reacciones incógnitas y no se pueden solucionar directamente atravez de las ecuaciones de equilibrio y se tiene que usar el método de deformación (doble integración).

Tipos de vigas estáticamente indeterminadas :

a) Empotrada – apoyada

b) doblemente empotrada

Esfuerzo y deformación. Al ensayar los materiales, las cargas se aplican y miden por medio de maquinas de ensaye . Las cargas usualmente se especifican en unidades de fuerza, tales como las libras, aunque para ciertos ensayos como los de torsión, la carga puede expresarse en términos de momentos, por ejemplo, libras–pulgadas.

El esfuerzo se define aquí como la intensidad de las fuerzas o componentes internas distribuidas que resisten un cambio en la forma de un cuerpo. El esfuerzo se mide en términos de fuerza por área unitaria.

El termino deformación se usa aquí en su acepción general para indicar el cambio en le forma de un cuerpo; puede deberse al esfuerzo, al cambio térmico, al cambio de humedad, o a otras causas. En conjunción con el esfuerzo directo, la deformación usualmente se supone como un cambio lineal y se mide en unidades de longitud.

La deformación se define como el cambio por unidad de longitud en una dimensión lineal de un cuerpo, el cual va acompañado por un cambio de esfuerzo.

Deformación permanente: es la deformación o deformación unitaria restante en un cuerpo previamente esforzado después del retiro de la carga.

Las deformaciones se miden por medio de un deformímetro un término utilizado para denotar cualquier instrumento medidor de deformación, tales como un extensómetro; un compresómetro. Una deformación medida se reduce a deformación mediante la consideración de tramo calibrado, esto es, el largo por el cual el deformímetro mide la deformación. Para el ensayo comercial ordinario un deformímetro capaz de medir hasta 0.0001 in./in. de longitud del calibrador es suficientemente exacto.

CONCLUSIONES:

En esta práctica se concluye que al aplicar una carga sobre una viga se produce una deformación. Esta deformación produce una curva elástica la cual depende de varios factores como pueden ser el tamaño y tipo de carga, la distribución de la misma, el tipo de viga, el tipo de reacciones. Esto es de gran utilidad en la práctica porque así se puede conocer el comportamiento de las vigas antes de ser utilizadas en la práctica comercial. En esta práctica también se concluye que el deformímetro es de gran utilidad, ayudándose para pruebas de laboratorio de una carga aplicada por medio de pesas, previamente calibradas. También es necesario conocer el módulo de elasticidad para el aluminio comercial que es de $6.7 \times 10^5 \text{ kg./cm}^2$ y con la fórmula de. Comprobando los resultados del método práctico contra el método teórico se comprueba que son muy parecidos.

BIBLIOGRAFIA:

Libro: Introducción a la Metalurgia Física.

Autor: Avner, Sidney H.

Libro: Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Autor: Doyle, Lawrence E.

Libro: Ensayo e inspección de los materiales de ingeniería

Autor: Davis, Harmer, E.

Ed: Compañía editorial continental, S.A.

