

Horno para prácticas de tratamientos térmicos.

E. M. Sánchez*, V. Álvarez, J. M. Silverio, A. C. López*.
 Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz/Área Mantenimiento Industrial, Cuicláhuac Ver, México.
 12098@utcv.edu.mx*, ana.lopez@utcv.edu.mx *

1. Resumen

En la UTCV, los alumnos del programa educativo de Mantenimiento Industrial, no cuentan con herramientas necesarias para la realización de prácticas en la materia de Ingeniería de los materiales, la cual es de suma importancia para comprender algunas de las propiedades de los materiales. Algo muy importante dentro de los estudios realizados son los tratamientos térmicos, los cuales se conocen como el conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento, bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad, presión, de los metales o las aleaciones en estado sólido, con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia y la elasticidad. Algunos de los tratamientos térmicos más utilizados son: temple, revenido y recocido.

El tratamiento térmico temple ayuda a disminuir la tenacidad y aumenta la fragilidad, cuenta con tres fases las cuales involucran temperaturas desde los 700°C hasta 1250°C. Otro tratamiento térmico es el revenido el cual es realizado posterior al temple y con este se busca aumentar la tenacidad, para esto necesitamos temperaturas de 200°C a 300°C. En el tratamiento del recocido, aumenta la maleabilidad y plasticidad del metal.

Como nos damos cuenta es de suma importancia aprender a realizar estos tratamientos térmicos, y es por ello que surge la idea de crear un horno como material didáctico para los alumnos y que estos se comiencen a familiarizar con los tratamientos térmicos.

Por lo anterior, nuestro principal objetivo es fabricarlo de material resistente con las características específicas y requeridas para su buen uso y funcionamiento óptimo.

2. Metodología



4. Resultados

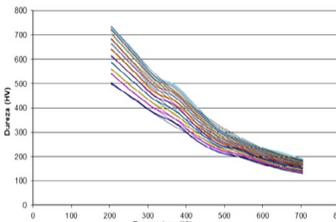


Figura 5. La gráfica muestra curvas de dureza de material ya tratado en función de la temperatura, para aceros al carbono con cantidades despreciables de otros aleantes.

Una vez realizadas las diferentes pruebas térmicas (revenido, temple y recocido) se procedió a tomar cada uno de los materiales resultantes y se les realizó la prueba de dureza por medio de un "durímetro rockwell" para determinar su % de dureza con respecto a la variación de temperatura a la que fue sometido.

Para el caso del revenido, los datos fueron registrados en la figura 5, en donde se puede concluir que a mayor temperatura la dureza del material disminuye y aumenta su tenacidad.

En el caso del temple se observó que la dureza y la resistencia aumentaron de manera proporcional al incremento de temperatura al que era sometido el material.

Con lo anterior se tiene que dependiendo de la aplicación que se le quiera dar al material y las propiedades mecánicas que se deseen modificar, será como se seleccione el tipo de tratamiento térmico al que será sometido.

Cada una de las pruebas mostró un margen de error muy pequeño, por lo que se puede confiar en el desempeño del prototipo.



Figura 6. Horno para tratamientos térmicos

5. Conclusiones

Seleccionar el mejor acero para un uso determinado es un desafío que enfrenta frecuentemente un ingeniero. Son numerosos los aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir el mejor material para una determinada aplicación, su costo global, la facilidad de su fabricación, el impacto ambiental que genera y por supuesto su comportamiento frente a las sollicitaciones a las que estará sometido el mismo. El comportamiento de un material está fuertemente ligado a sus propiedades mecánicas, las cuales dependen fundamentalmente de la estructura y una de las variables fundamentales que influye en la estructura que tenga el material, es su composición química [4]. A través de los tratamientos térmicos puede lograrse, con un mismo acero, una amplia gama de propiedades mecánicas debido a las notables transformaciones que los procesos de calentamiento y enfriamiento ocasionan en la estructura del material. El método utilizado en este proyecto reproduce datos experimentales, con errores que en la mayor parte de los casos son menores a $\pm 5\%$, por lo cual podemos considerarlos exitosos y confiables.

3. Pruebas



Figura 1. Módulo sensor de temperatura termocupla con Arduino.

Debido a las altas temperaturas que se necesitan alcanzar para las pruebas de tratamiento térmico, se eligió una termocupla como sensor de temperatura (figura 1), ya que su rango de medición va desde los 0 a 1024 grados, con una resolución de 12 bits, 0.25 grados.

Así mismo, con este tipo de sensor se puede hacer la programación en la tarjeta de adquisición de datos Arduino (figura 2), la cual es de bajo costo pero bastante efectiva para registrar las mediciones, obteniéndolas en tiempo real y permitiendo al monitoreo de la prueba que se está llevando a cabo.

Para poder realizar las pruebas primero fue necesario tomar en cuenta el diagrama de equilibrio o diagrama de fases hierro-carbono (Fe-C) (figura 3), en donde se representan las transformaciones que sufren los aceros al carbono con la temperatura.

```

SerialTermocouple Arduino 1.0.7
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda
SerialTermocouple
int thermoC = 5;
int thermoCLK = 6;
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoC, thermoD0);
int wirePin = 3;
int gndPin = 2;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // use Arduino pins
  pinMode(wirePin, OUTPUT); digitalWrite(wirePin, HIGH);
  pinMode(gndPin, OUTPUT); digitalWrite(gndPin, LOW);
  Serial.println("Modulo term?");
  // wait for MAX chip to initialize
  delay(500);
}

void loop() {
  // basic readout test, just print the output temp
  Serial.print("C = ");
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  // Serial.print("F = ");
  // Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
  delay(1000);
}

```

Figura 2. Programación de la termocupla con Arduino.

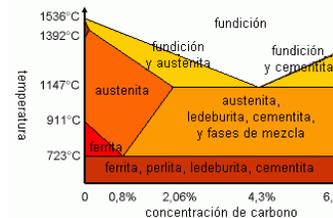


Figura 3. Diagrama de cambio de fase del acero

Para la prueba del revenido, el horno térmico fue calentado por medio de un soplete a 250°C, posteriormente se introdujo la probeta de prueba y se mantuvo en el interior durante 30min. Una vez transcurrido ese tiempo, se retiró el material del horno para proceder a su enfriamiento mediante la aplicación de aire comprimido.

Para la prueba de temple y recocido el procedimiento que se siguió fue similar, teniendo una variación en la temperatura de acuerdo a los rangos que exige cada tratamiento térmico, y modificando el proceso de enfriamiento utilizando aceite o agua según sea el caso.

Dicho diagrama se obtiene experimentalmente identificando los puntos críticos —temperaturas a las que se producen las sucesivas transformaciones— por diversos métodos. Tomando como base lo anterior, se prosiguió a realizar las pruebas térmicas correspondientes: revenido, temple y/o recocido, para lo cual se utilizaron probetas con diferentes porcentajes de carbono para registrar su comportamiento.



Figura 4. Probeta s con diferente porcentaje de carbono para pruebas de tratamiento térmico.

6. Referencias

- [1] Soria-Aguilar, Ma. de Jesús, (2015) "Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades mecánicas y microestructura de un acero para tubería API 5CT J55". Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XVI (número 4)
- [2] Wolowicz, Emilia, (2017) "Tratamiento térmico de aceros para herramientas en hornos de vacío con temple de gas". Heat treatment equipment, Volumen 3.
- [3] (2008) "Nueva alternativa de horno con sales circulantes para tratamiento térmico". Congreso internacional anual de la SOMM. ISBN 978-968-9773-03-8
- [4] Yanzón Rodolfo, (2015) "Predicción de la dureza de un acero revenido en función de la temperatura y la composición química". Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica Vol. 19, No. 1, pp. 29-39