

TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN METALES Y ALEACIONES

Cuello, Tony, tony.cuello@estudiantes.utec.edu.uy¹
Saglio, Leonardo, leonardo.saglio@estudiantes.utec.edu.uy³
Ribeiro, Pablo, pablo.ribeiro@estudiantes.utec.edu.uy⁴
Trindade, Cristian, cristian.trindade@estudiantes.utec.edu.uy⁵
Berón, Lucas, lucca.beron@estudiantes.utec.edu.uy⁶
Olmedo, José, jose.olmedo@estudiantes.utec.edu.uy⁷
Nieves, Juan, juan.nieves@estudiantes.utec.edu.uy⁸
Vitello, Mariana, mariana.vitello@estudiantes.utec.edu.uy
Guedes, Victoria, luana.guedes@estudiantes.utec.edu.uy
Brandon, Macedo, brandon.macedo@estudiantes.utec.edu.uy

Garcia, Melody, melody.garcia@utec.edu.uy¹
González, Carlomagno, carlomagno.gonzalez@utec.edu.uy²
Martín Duarte Guigou, martin.duarte@utec.edu.uy

¹Universidad Tecnológica del Uruguay

²Universidad Tecnológica del Uruguay

³Universidad Tecnológica del Uruguay

⁴Universidad Tecnológica del Uruguay

⁵Universidad Tecnológica del Uruguay

⁶Universidad Tecnológica del Uruguay

⁷Universidad Tecnológica del Uruguay

⁸Universidad Tecnológica del Uruguay

⁹Universidad Tecnológica del Uruguay

¹⁰Universidad Tecnológica del Uruguay

¹¹Universidad Tecnológica del Uruguay

¹²Universidad Tecnológica del Uruguay

¹Universidad Tecnológica del Uruguay

²Universidad Tecnológica del Uruguay

Santana do Livramento e Riviera

Resumen

Dentro de los estudios de la química y materiales, es posible realizar experimentos como forma de profundizar conocimientos en relación a los tratamientos térmicos.

Este trabajo presenta una propuesta realizada de tratamiento termoquímico de metales y aleaciones en el Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales de la Universidad Tecnológica en Rivera. Esta propuesta permite estudiar y analizar ciertas composiciones de estos materiales, comparar los perfiles de dureza y características de los mismos, antes y después del tratamiento químico y/o térmico.

En este presente artículo se exhibirán los resultados del tratamiento de templado de una pieza de acero 1020, con carbonato de sodio, carbonato de bario y carbonato de calcio. Teniendo como objetivo el aumento de la dureza de este material sin volverlo frágil.

Palabras clave: Metales, Aleaciones, Templado, Tratamientos térmicos.

Abstract

Within the studies of chemistry and materials, it is possible to carry out experiments as a way of deepening knowledge in relation to thermal treatments.

This work presents a proposal for the thermochemical treatment of metals and alloys in the Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales de la Universidad Tecnológica en Rivera.. This proposal allows studying and analyzing certain compositions of these materials, and comparing their hardness profiles and characteristics, before and after chemical and/or thermal treatment.

In this present article, the results of the tempering treatment of a piece of 1020 steel with sodium carbonate, barium carbonate and calcium carbonate will be exhibited. With the objective of increasing the hardness of this material without making it brittle.

Keywords: Metals, Alloys, Tempering, Thermal treatments.

Resumo

Dentro dos estudos de química e materiais, é possível realizar experimentos como forma de aprofundar o conhecimento em relação aos tratamentos térmicos.

Este trabalho apresenta uma proposta para o tratamento termoquímico de metais e ligas em Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales de la Universidad Tecnológica en Rivera.. Esta proposta permite estudar e analisar determinadas composições desses materiais, e comparar seus perfis e características de dureza, antes e após o tratamento químico e/ou térmico.

Neste presente artigo serão apresentados os resultados do tratamento de têmpera de uma peça de aço 1020 com carbonato de sódio, carbonato de bário e carbonato de cálcio. Com o objetivo de aumentar a dureza deste material sem torná-lo quebradiço.

Palavras-chave: Metais, Ligas, Revenimento, Tratamentos térmicos.

Santana do Livramento e Rivera

Introducción

Los metales han desempeñado un rol importante para que la sociedad pudiera crecer, esto se dió debido a que los metales tienen cierta flexibilidad para conformarse plásticamente a temperatura ambiente tanto como a temperaturas muy altas (Pérez Patiño, 1996).

Actualmente hay diversas aleaciones de aceros, y las mismas necesitan distintos tratamientos térmicos para su creación, no obstante estos tratamientos también se utilizan para el aumento de resistencia mecánica y durabilidad. El tratamiento térmico de los metales es un conjunto de ciclos de calentamiento y enfriamiento a que se someten los metales para modificar su microestructura y por lo tanto sus propiedades (Molera Solá, 1991). Tras el calentamiento, manutención de la temperatura y el enfriamiento, el tratamiento térmico puede dar nuevas características a los materiales, como el aumento o disminución de dureza, y la mejora de ductilidad y resistencia. El transcurso radica en el calentamiento del acero a una temperatura ideal para luego enfriarlo lentamente a lo largo de la transformación, este proceso se hace generalmente en un horno o alguna herramienta que sea buen aislante térmico.

También se puede someter el material al calentamiento a elevadas temperaturas y posteriormente, enfriarlo en forma rápida con la finalidad de lograr modificaciones en las propiedades mecánicas y en la microestructura.

Marco Teórico

Como se mencionó anteriormente, el tratamiento térmico realizado en el Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales del ITR Norte en Rivera (UTEC), es utilizado con el fin de obtener una mejoría en las características de un material específico, las cuales pueden ser, entre otras resistencia, ductilidad y dureza, valiéndose del uso de la variación de temperatura; además de que hayan diversos factores de alteración del resultado final, que difieran por el tipo de tratamiento a ser realizado.

En los tratamientos térmicos se pueden aplicar variaciones de temperatura en diferentes tiempos, ya sea en aceros o muestras metálicas para generar en estos materiales ciertas propiedades deseables. Estos tratamientos provocan modificaciones en la estructura de un acero, por ejemplo, con transformación o descomposición de la austeni (Guardado, 2012).

Aleaciones

Las aleaciones son materiales que contienen mezclas de dos o más metales o elementos no metálicos, estas contienen diferentes características como por ejemplo, mayor resistencia, flexibilidad y ligereza.

Existen muchas aleaciones diferentes, cada aleación tiene particularidades diferentes y específicas; incluso los metales tienen su propio conjunto de propiedades bastante diferentes. Esto permite explicar la resistencia de aleaciones de acero inoxidable a la corrosión por el ácido. Incluso algunas pueden ser muy resistentes a los ácidos y otras no tanto. En la industria podemos encontrar varios tipos de aleaciones, por ejemplo aleaciones metálicas como es el caso de las aleaciones de hierro, acero al carbono, acero inoxidable, hierro fundido, aleaciones de aluminio, titanio y cobre.

Santana do Livramento e Rivera

Acero

El acero es una aleación de hierro y carbono, siendo el último poco presente. Comúnmente por cada 100 átomos de hierro hay 9 átomos de carbono. A pesar de esto el carbono tiene una gran influencia en el comportamiento mecánico de los aceros, y en las características de su estructura y propiedades (Castro, 2009).

Tipos de Tratamiento

Templado

Consiste en calentar un material hasta que supere una temperatura concreta para llegar a una estructura cristalina. Rápidamente se lo enfría para lograr una estructura que brinda gran dureza; ya sea martensítica, austenítica o bainítica. El templado se enfoca en que el material obtenga menos dureza y que sea capaz de soportar golpes sin romperse. El revenido tiene como función que los elementos de aleación disueltos se aceleran, pero en el caso de los aceros, hace que mejore su resistencia y propiedades dúctiles. El objeto de este tratamiento es obtener una estructura constituida por "martensita" que es una fase metaestable de los aceros, producto de la transformación de fases sin difusión desde la austenita a una velocidad muy cercana a la del sonido en el material. Proporciona una gran dureza al acero.

Se pueden distinguir cuatro fases en el transcurso del templado:

1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	4ª Fase
Se produce a una temperatura de hasta 200 °C, y en esta etapa se genera el revenido que da lugar al pasaje de la martensita tetragonal a la cúbica. En esta fase se produce una disminución considerable de la dureza.	Ocurre a temperaturas entre 200 y 37,5 °C. Aquí tienen lugar dos fenómenos distintos, donde se produce la martensita, con el consecuente aumento de la dureza.	En esta etapa ocurre la formación de cementita, disminuyendo considerablemente la dureza si no existen suficientes carburos durante el proceso. Es la fase donde se visualiza la fragilidad por revenido, por ejemplo en los aceros al cromo-níquel.	Se genera por encima de los 500°C. En esta etapa, las partículas de cementita aumentan con la temperatura y la dureza descende.

Tabla 1: Fases del Tratamiento de Templado.

Revenido	Recocido	Cementación
----------	----------	-------------

Santana do Livramento e Rivera

<p>Este tratamiento se lleva a cabo luego del templado y se emplea para disminuir la fragilidad del material. Es un tratamiento tendiente a mejorar la tenacidad y ductilidad del acero. El tratamiento puede diferir dependiendo del tipo de material al cual se le aplique el tratamiento, y donde es relevante controlar la temperatura e incrementar el tiempo de exposición de la pieza a efectos de optimizar los resultados.</p> <p>El revenido puede darse de dos formas distintas:</p> <p>Exterior: en este caso la muestra se trabaja en frío y se va calentando paulatinamente.</p> <p>Interior: la muestra se trabaja enfriándola lentamente luego del templado.</p>	<p>Es un tratamiento que se basa en disminuir la dureza para volverlo más flexible.</p>	<p>En este tratamiento, se logra la penetración del carbono en el material y desde el punto de vista superficial cuando se expone a temperaturas elevadas.</p>
--	---	--

Tabla 2: Diversos tipos de tratamiento.. Elaboración propia

Objetivos

Para el caso de la experiencia realizada en el presente trabajo, se recurrió a una serie de tratamientos termoquímicos, con los siguientes objetivos:

- Modificar la estructura y propiedades de piezas de acero, de manera de aumentar su dureza.
- Generar mayor resistencia al desgaste y fatiga con un centro blando y de mayor ductilidad que resista el impacto que la pieza puede sufrir.
- Trabajar con diversas sustancias químicas, de manera de introducirlos en la matriz del material, a través del calentamiento.

Materiales	Sustancias
Durómetro	Carbonato de Sodio
Microscopio metalográfico	Carbonato de Calcio
Horno Mufla	Carbonato de Bario
	Carbón vegetal

Santana do Livramento e Rivera

Tabla 3: Materiales y Sustancias. Elaboración propia.

Procedimiento

Las piezas de acero 1020 se colocaron en una caja de hierro, realizando dos tratamientos diferentes. Uno de ellos, solamente con carbón vegetal (coque) y el otro, con carbono, carbonato de calcio, carbonato de bario y carbonato de sodio.



De esta manera, se pudo comprobar el efecto de ambos tratamientos en la dureza de las muestras, constatada luego del mismo y siendo medidas con durómetro.

Dicho proceso, produce un incremento en la proporción de carbono que posee el material, el cual penetra en la pieza desde la superficie del material. El tratamiento térmico dura 12 horas en Horno Mufla, y luego de esto, se produce un enfriamiento paulatino hasta poder retirar la caja de hierro que contiene las muestras del horno, y a partir de allí, prepararlas en la embutidora.

Figura 1: Muestras en caja de hierro en Horno Mufla.

Para poder observar la estructura microscópica de las muestras, estas son pulidas al máximo y reveladas con ácido nítrico.

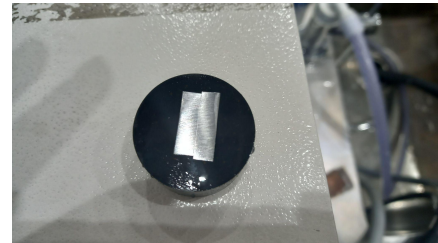


Figura 2 : Muestra tratada y pulida



Figura 3: preparación de muestras

Figura 4: muestras en caja de tratamiento

Figura 5: preparación de muestras



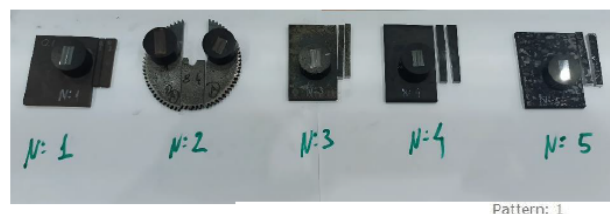
Santana do Livramento e Rivera

Figura 6: Tratamiento con carbón

Resultados

Muestra N° 1	Muestra N° 2	Muestra N° 3	Muestra N° 4	Muestra N° 5
La primera muestra, refiere al material en su estado de “fábrica”, siendo éste el material de referencia (Acero 1020) por lo que no tuvo ningún tratamiento, ni templado; su perfil de dureza oscila 140 y 180 Vickers, evaluado en 26 puntos distintos con el Durómetro.	Para esta muestra se emplearon 3 químicos distintos, Carbonato de Bario (BaCO_3), de Sodio (Na_2CO_3), y de Calcio (CaCO_3), y carbón. La dureza de sus extremos se encuentra en torno a los 900 Vickers, y su centro en torno a los 500; evaluado en 56 puntos distintos. Tuvo un tratamiento completo, un templado a 950° C durante 12 horas.	Este material tuvo el mismo tratamiento y templado que la muestra anterior, pero se diferencia en que este consta de dos químicos, Carbonato de Sodio y de Calcio, su dureza en los extremos se encuentra en torno a los 900 Vickers, y el centro en torno a los 600; evaluado en 32 puntos distintos.	Esta muestra se trató solamente con carbón, con el mismo tipo de tratamiento térmico que las anteriores, llegando a un perfil de dureza en sus extremos en torno a los 800 y en su centro 500; evaluada en 31 distintos.	Esta muestra solo fue templada a 950°C, enfriada en forma brusca en agua a temperatura ambiente, y se consiguió un perfil de dureza progresivo, llegando a tener un extremo más duro que el anterior. La dureza de esta muestra comienza en torno a los 250 Vickers y asciende hasta los 450, evaluada en 31 puntos distintos.

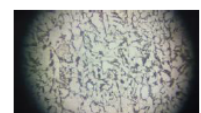
Tabla 4: Resultados para las diferentes muestras. Elaboración propia.



Pattern: 1

Muestra N°1 – Material de referencia

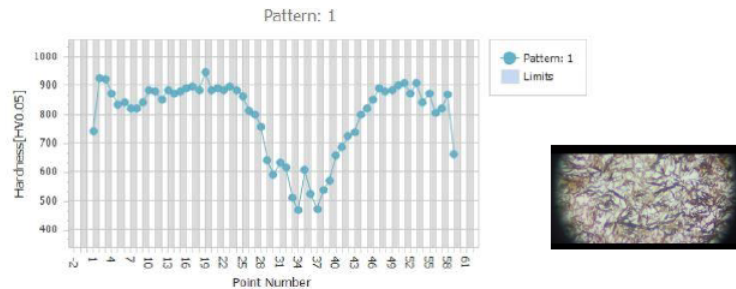
Acero 1020



Santana do Livramento e Rivera

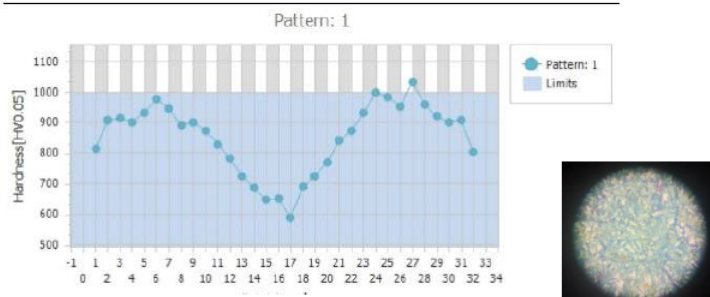
Muestra 2- Tratamiento completo

12h a 950°C mas templado a 950°C 15 minutos
enfriado en agua a temperatura ambiente

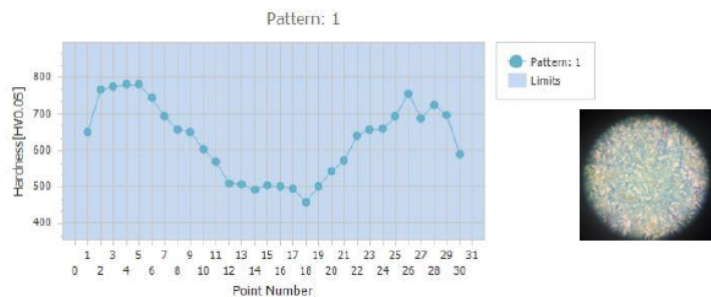


Muestra 3 – El mismo tratamiento térmico de la
muestra 2.

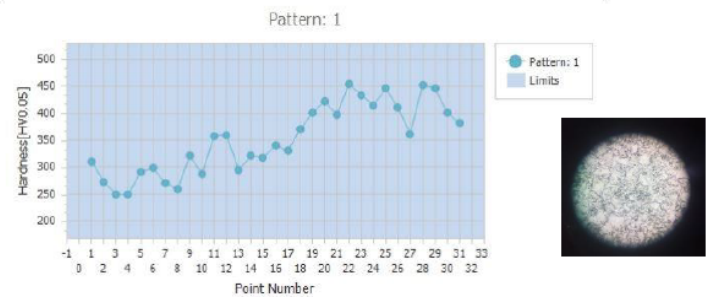
Solo con carbonato de calcio y carbonato de
sodio



Muestra 4 – Igual tratamiento térmico. Se
utilizó solo carbón



Muestra 5 – Solo Templado 950°C 15
minutos y enfriado en agua a temperatura
ambiente.

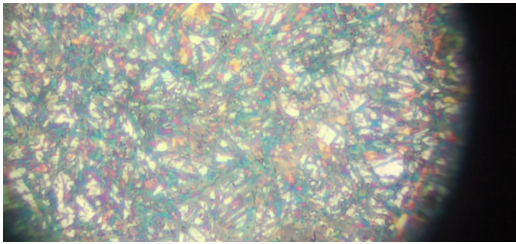


Santana do Livramento e Rivera

Conclusiones

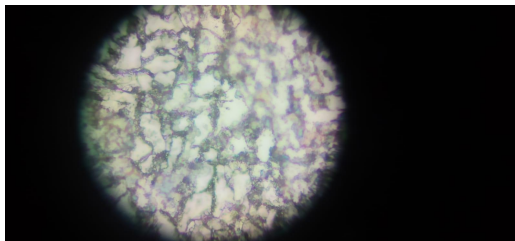
Luego de haber realizado los diversos tratamientos térmicos fue posible llegar a diversos resultados en los perfiles de dureza. Con la información obtenida, fue posible comparar qué tratamiento es más eficiente a la hora de aumentar la dureza de un material. Junto a estudiantes y docentes responsables del laboratorio de Ing de Materiales de la UTEC, se puso a punto la técnica para los diversos tratamientos y se formularon las preguntas que surgieron para la comprensión de los resultados:

- ¿Cómo se vio modificada la dureza de cada material expuesto al tratamiento?
- ¿Cuáles fueron los perfiles de dureza que se pudieron determinar, tomando diferentes medidas en distintas partes del material tratado?
- ¿Cuáles fueron las estructuras que se generaron en el material, posteriormente al tratamiento termoquímico?
- ¿En qué material/es se vio modificada la dureza, luego del tratamiento?



En el acero utilizado y con las aplicaciones de los químicos empleados se obtuvo un material de estructura diversa, pues la dureza no se mantuvo constante a lo largo de todo el material aumentando hasta 9 veces en relación a la pieza original, y existieron variaciones en relación al centro de la pieza y los extremos. Con esta actividad fue posible establecer los distintos perfiles de dureza representados en los gráficos, lo cual, en la la tarea de analizar los resultados que fueron presentados en el experimento llevó comprender cómo se transformó estructuralmente el material durante las diversas

etapas del enfriamiento. Cómo se puede visualizar en los gráficos, se generaron muestras que representan el pasaje de los diferentes puntos desde los bordes hacia el centro en cada análisis, lo cual posibilitó realizar una comparación de la dureza por tramos. Finalmente podemos establecer que con los procedimientos llevados a cabo, se logró alcanzar los objetivos planteados, se modificó la estructura y propiedades del metal, así como el aumento de resistencia, el centro es menos duro que los bordes, este material resiste los impactos que pueda sufrir la pieza. Y por último, se llegó a trabajar con diversas sustancias químicas a través del calentamiento.



Santana do Livramento e Rivera

Figura 7 : Estructura granular del acero sin tratar.

Figura 8 : Estructura granular del acero tratado

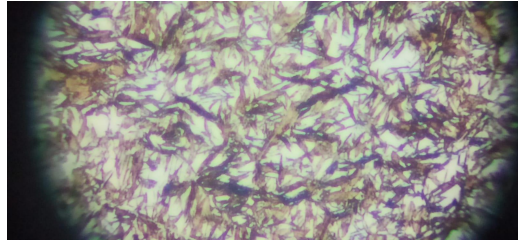


Figura 9 : Centro del material donde se determinó la mayor dureza luego del tratamiento térmico. Se observan las agujas de martensita.

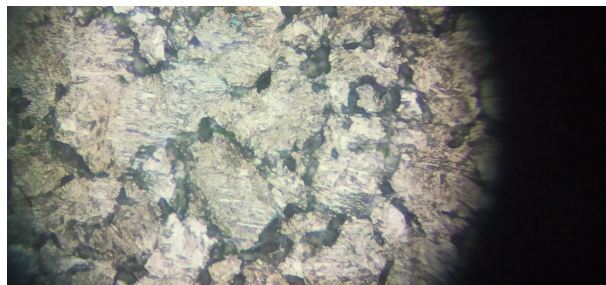


Figura 10: Granos de ferrita con perlita eutectoide que se formó en la austenita remanente al final de la precipitación de ferrita.

Referências

Barreiro, J. A. (1971). Tratamientos térmicos de los aceros (p. 281). Dossat.

Becerra-Rodríguez, M., Aguilar-Díaz, V. J., J. Bernardino-González, J., Santana-Ramírez, F. (2021). Tratamientos térmicos. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 8(15), 40-44.

Castro, G. (2009). Aceros. Buenos Aires: Departamento de Ingeniería Mecánica FIUBA.

Molera Solá, P. (1991). Tratamientos térmicos de los metales (Vol. 51). Marcombo.

Santana do Livramento e Rivera

Pérez Patiño, J. A. (1996). *Tratamientos térmicos de los aceros* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Webgrafia

Templado del acero y revenido: <https://www.tractermia.com/templado-del-acero/>