

Efecto de tratamiento termoquímico de borocarbonitrurado en la dureza de acero AISI 1045

Resumen

Este estudio investiga el tratamiento termoquímico de borocarbonitrurado aplicado al acero AISI 1045, con el objetivo de analizar sus propiedades mecánicas, específicamente la dureza. El tratamiento se realizó a 900 y 950°C, con tiempos de exposición de 2, 4 y 6 horas respectivamente. Se obtuvo una dureza de 289 HV_{0.05} en el material base y una dureza máxima de 435 HV_{0.05} en el material borocarbonitrurado a 900°C por 6 horas, lo cual resulta en un aumento de dureza del 51%.

Introducción

Los tratamientos termoquímicos cambian las propiedades mecánicas de los materiales, aumentando su resistencia al desgaste [1], corrosión [2] y dureza [3]. El acero 1045 es utilizado en componentes de maquinaria y herramientas [4,5]. Se espera mejorar sus propiedades mecánicas después del tratamiento de borocarbonitrurado, el cual se basa en enriquecer la superficie del material con boro, carbono y nitrógeno a temperaturas de 800-1200°C [8]. Este proceso aumenta la dureza y reduce el coeficiente de fricción [6,7], contribuyendo a una mayor vida útil y eficiencia [9,10].

Metodología

- a) Se realizó el tratamiento de borocarbonitrurado por empaquetamiento en una mufla (Thermo Scientific FD1540M) a distintas temperaturas de 900 y 950°C durante períodos de tiempo de 2, 4 y 6 horas, finalmente se caracterizaron las muestras para el análisis microestructural y mecánico.
- b) El análisis microestructural se hizo con un microscopio óptico (ZEISS STEMI 508).
- c) Se realizaron pruebas de microdureza Vickers (Micromet 6010, BUEHLER), aplicando una carga de 0.05 kg a todas las muestras.

Resultados y discusión

En la Ilustración 1 se puede apreciar la capa tratada de las muestras borocarbonitruradas a 900°C durante 2, 4 y 6 horas respectivamente. En la Ilustración 2, se observa de igual manera la capa tratada de las muestras borocarbonitruradas a 950°C durante 2, 4 y 6 horas respectivamente.

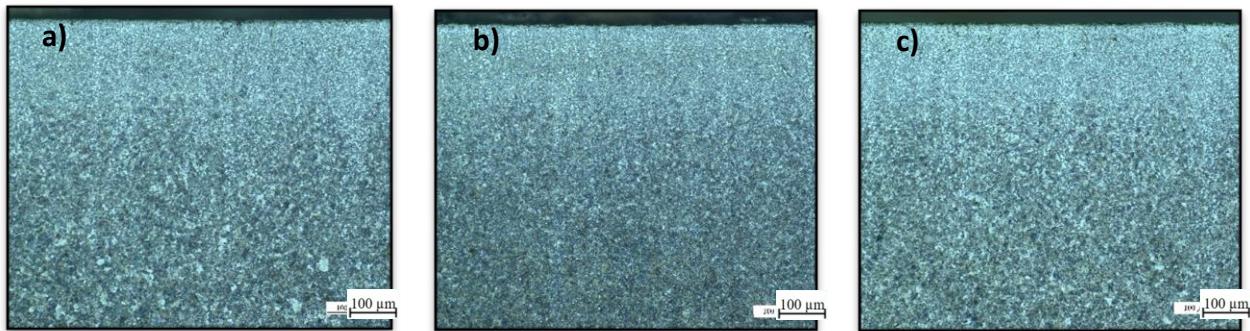


Ilustración 1: Borocarbonitrurado a 900°C a) 2h, b) 4h, c) 6h.

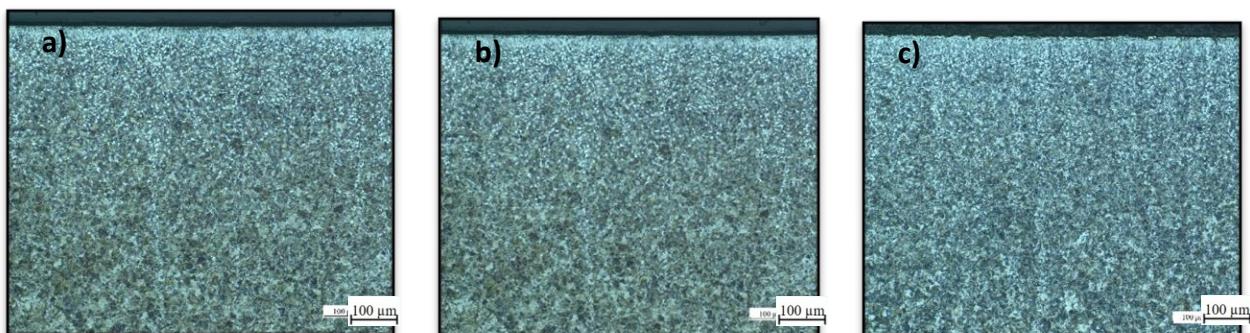


Ilustración 2: Borocarbonitrurado a 950°C a) 2h, b) 4h, c) 6h

En la Ilustración 3 se presenta una gráfica comparativa de durezas de las muestras sometidas a 2, 4 y 6 horas a 900°C en el acero AISI 1045. Se tiene un aumento significativo debido a que se alcanza un valor máximo de 435 $HV_{0.05}$ con 6 horas de tratamiento, lo cual representa un aumento en la dureza del 51% respecto al material sin tratamiento.

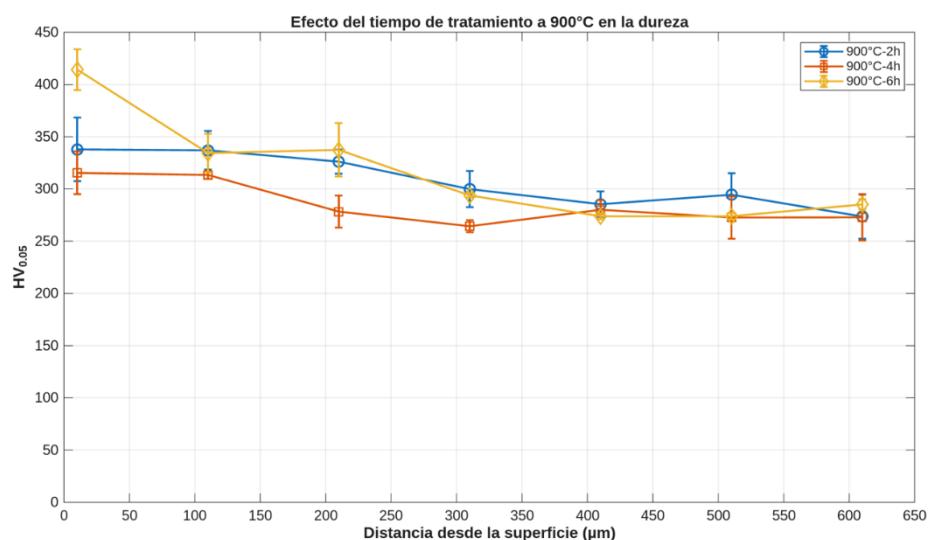


Ilustración 3: Efecto de tratamientos respecto a la dureza 900°C

En la Ilustración 4 se muestra una gráfica comparativa de durezas de las muestras sometidas a 2, 4 y 6 horas a 950°C, en donde se obtuvo una dureza máxima de 390 $HV_{0.05}$ con 6 horas de tratamiento, esto representa un aumento de dureza del 39% en comparación con el material base.

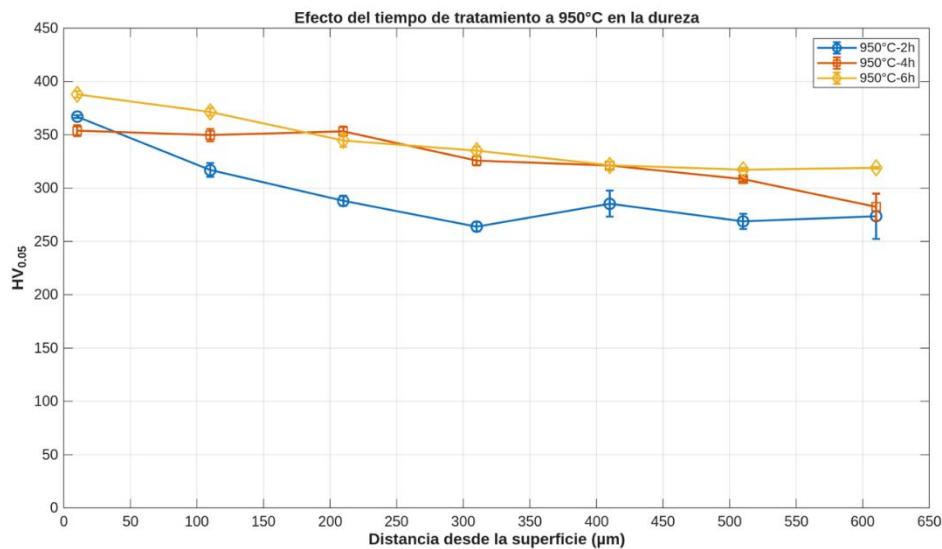


Ilustración 4: Efecto de tratamientos respecto a la dureza 950°C

Conclusiones

El estudio comparó la caracterización metalográfica y la dureza en un acero AISI 1045 con tratamiento termoquímico de borocarbonitrurado, comprobando que el mejor tratamiento es a 900°C durante 6 horas, demostrando un aumento de dureza del 51% en comparación al material base, en los procesos de difusión se puede esperar que las propiedades mejoren modificando el tiempo y la temperatura. Sin embargo, no siempre se logran mejorar propiedades como la dureza superficial del material base.

Referencias

- Aceromafe. (n.d.). *Acero 1045: características y usos industriales*. Aceromafe. <https://www.aceromafe.com/acero-1045-caracteristicas-usos/>
- Aguilar Sánchez, J. R., & Trujano Galicia, A. L. (2011). Coeficientes tribológicos para acero al carbono AISI 1045 y acero aleado AISI 4140. *Revista UIS Ingenierías*, 18(2), 113-120. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019010>
- Capus Solano, E. S. (2020). *Análisis de la resistencia al desgaste abrasivo del acero al carbono ASTM A-36 y del AISI 1045, con tratamiento superficial, para utilizar en la reparación de cucharones de retroexcavadoras* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/2d3e999d-bca2-487f-bc55-6d049d7e15c7>
- López Tapia, L. I. (2011). *Estudio tribológico de un acero 4140 sujeto a tratamientos termoquímicos de borurado, nitrurado y boronitrurado* [Tesis de maestría, Tecnológico de Monterrey]. Repositorio Tec de Monterrey. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/570937>
- Regis, M. S., Schierloh, G. J., & Brühl, S. P. (2014). *Estudio de la resistencia al desgaste del acero AISI 1045 nitrurado y nitrocarburado por plasma* [Trabajo final de grado, Universidad Tecnológica Nacional]. Repositorio UTN. <https://ria.utn.edu.ar/items/720b35e1-66db-43d8-a773-186c853ch1eh>
- Pérez-Ruiz, E., Llano-Martínez, J., & Ravagli-Reyes, J. (2019). Estudio del grado de endurecimiento y resistencia al desgaste por deslizamiento del acero AISI 1045 endurecido por temple con refrigerante automotriz y para mecanizado. *Revista UIS Ingenierías*, 18(2), 113-120. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n2-2019010>
- Hernández-González, L. W., Pérez-Rodríguez, R., Zambrano-Robledo, P. del C., Guerrero-Mata, M. P., & Dumitrescu, L. (2012). Análisis experimental del torneado de alta velocidad del acero AISI 1045. *Ingeniería Mecánica. Revista Electrónica*, 15(1), 10-22. <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/397>
- Lazo Arias, V. (2020). *Estudio de desgaste en un acero AISI 1045 templado y revenido a baja y alta temperaturas, utilizando espigas de acero AISI 01 con punta semiesférica* [Tesis de grado, Universidad de El Salvador]. Repositorio UES. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17568>
- Zagonel, L. F., Bettini, J., Basso, R. L. O., Paredez, P., Pinto, H., Lepienski, C. M., & Álvarez, F. (2012). Nanosized precipitates in H13 tool steel low temperature plasma nitriding. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1208.5662>
- SSAB. (2021, septiembre). *Acero Hardox® es una alternativa económica al uso de 1045 y otros aceros de baja aleación*. SSAB. <https://www.ssab.com/es-mx/noticias/2021/09/acero-hardox-es-una-alternativa-economica-al-uso-de-1045-y-otros-aceros-de-baja-aleacion>

Sobre los autores:

Ismael López Rodríguez

Contacto: ismael.lopezrz@udlap.mx

Damián Gutierrez Sosa

Contacto: damian.gutierrezsa@udlap.mx

Valeria López López

Contacto: valeria.lopez1z@udlap.mx

Francisco Javier Romero Álvarez

Contacto: francisco.romeroaz@udlap.mx

Dr. Rafael Carrera Espinoza

Contacto: rafael.carrera@udlap.mx

Dr. Melvyn Álvarez Vera

Contacto: melvyn.alvarez@udlap.mx

Dr. Pablo Moreno Garibaldi

Contacto: pablo.moreno@udlap.mx

Departamento de Ingeniería Industrial y Mecánica, Universidad de las Américas Puebla.