

Efecto del tratamiento con partículas de SiC sobre capas boruradas en un acero ISO 20NiCrMo2

I. Resumen

Este estudio investiga el efecto de postratamiento con partículas de carburo de silicio (SiC) a 850 °C por 2 horas y 950 °C por 4 horas, sobre un acero ISO 20NiCrMo2 borurado a 950°C por 6 horas, con el objetivo de analizar sus propiedades mecánicas, específicamente la dureza. Se obtuvo una dureza superficial de 208.1 HV_{0.05} en el material base, la dureza de la superficie de la muestra con postratamiento de SiC a 850 °C por 2 horas fue de aproximadamente 1170 HV_{0.05}, para la muestra con el postratamiento de SiC a 950 °C por 4 horas nos dio un valor de dureza superficial de aproximadamente 891.2 HV_{0.05}, la máxima dureza que se observó fue de aproximadamente 1563.9 HV_{0.05} en la capa de borurada del acero ISO 20NiCrMo2. Se observó una fase más estable con el postratamiento de SiC a 850 °C por 2 horas, obteniendo un aumento en la dureza de aproximadamente 5.6 veces respecto al material base.

II. Introducción

Los tratamientos termoquímicos cambian las propiedades mecánicas de los materiales, aumentando su resistencia al desgaste [1], corrosión [2] y dureza [3]. El acero ISO 20NiCrMo2 es utilizado en componentes mecánicos como engranes [4], flechas [5], varillas de succión [6] y rodamientos [7]. Se espera modificar sus propiedades mecánicas después del postratamiento con partículas de carburo de silicio (SiC) a 850 °C por 2 horas y 950 °C por 4 horas sobre el acero borurado a 950 °C por 6 horas. Este proceso estabiliza la capa tratada termoquímicamente, modificando propiedades mecánicas como la dureza.

III. Metodología

- a) Se realizó el tratamiento termoquímico de borurado por empaquetamiento en una mufla (Thermo Scientific FD1540M) a 950 °C durante 6 horas.
- b) El postratamiento con partículas de SiC por empaquetamiento se llevó a cabo en una mufla (Thermo Scientific FD1540M) a 850 °C y 950 °C durante 2 y 4 horas respectivamente.
- c) El análisis microestructural se hizo con un microscopio óptico (ZEISS STEMI 508).
- d) Se realizaron ensayos de microdureza Vickers con un equipo (Micromet 6010, BUEHLER), aplicando una carga de 0.05 kg a todas las muestras.

IV. Resultados

En la Figura 1 se pueden apreciar las micrografías con las capas boruradas que se formaron sobre las muestras, así como la modificación de las capas bajo el efecto del postratamiento con partículas de SiC a 850 °C por 2 horas y 950 °C por 4 horas. En la figura 1a se observa una capa de aproximadamente 218.178 µm como efecto del tratamiento del borurado a 950 °C por 6 horas. En la Figura 1b se tiene una capa de aproximadamente 198.015 µm, como efecto del

postratamiento con partículas de SiC a 850 °C por 2 horas. Finalmente, en la Figura 1c se tienen 232.797 μm en la capa borurada tratada por el postratamiento con partículas de SiC 950 °C por 4 horas.

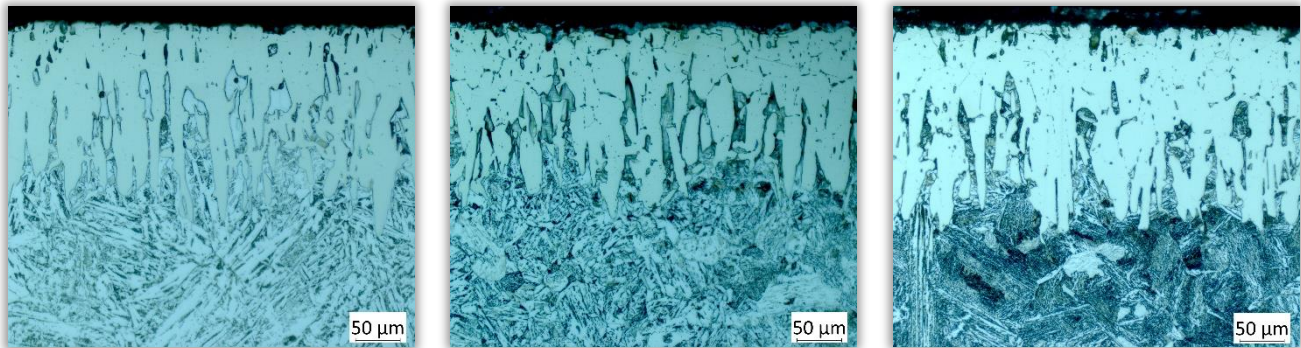


Figura 1. Micrografías a 50x de: a) Borurado a 950 °C por 6 horas, b) Borurado a 950 °C por 6 horas con postratamiento de SiC a 850 °C por 2 horas y c) Borurado a 950 °C por 6 horas con postratamiento de SiC a 950 °C por 4 horas.

En la Figura 2 se muestran las microindentaciones realizadas en las zonas tratadas a distintas distancias de la superficie, así como en la Figura 3 se observa el grafico comparativa de microdurezas. La dureza del material puede determinarse a partir del tamaño de la indentación, donde un menor tamaño indica una mayor dureza, mientras que una indentación de mayor tamaño corresponde a una menor dureza.

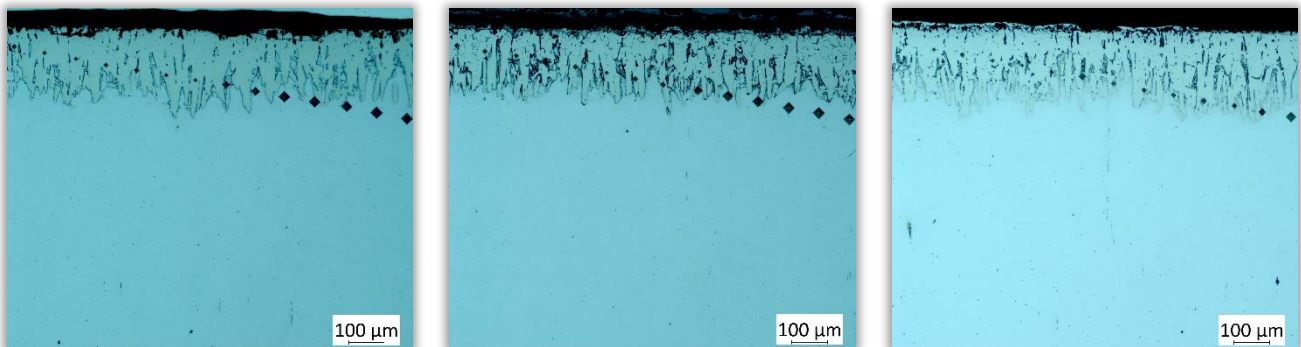


Figura 2. Micrografías a 20x de: a) Borurado a 950 °C por 6 horas, b) Borurado a 950 °C por 6 horas con postratamiento de SiC a 850 °C por 2 horas y c) Borurado a 950 °C por 6 horas con postratamiento de SiC a 950 °C por 4 horas.

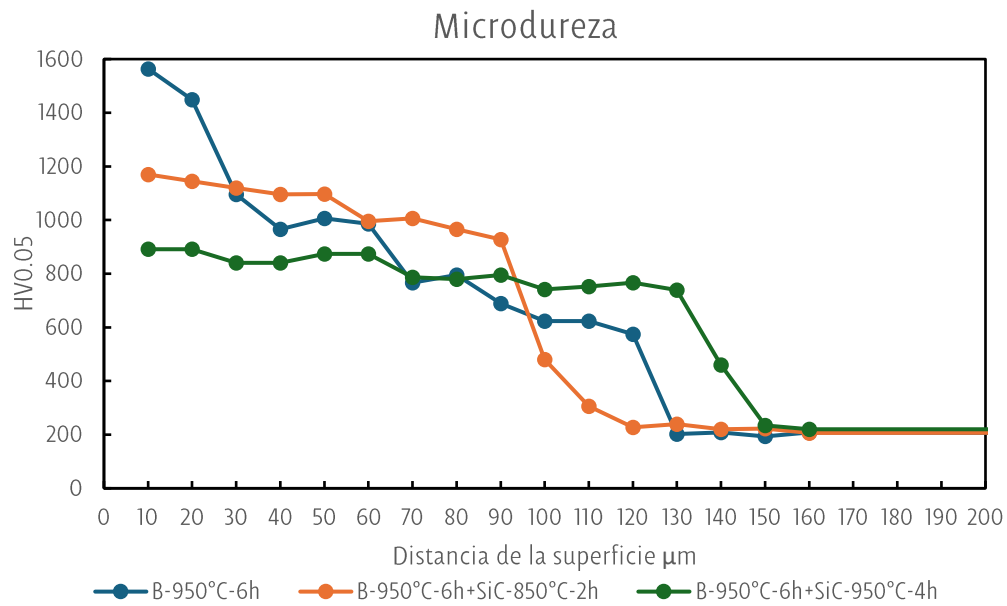


Figura 3. Grafica HV vs Distancia desde la superficie.

V. Conclusiones

El estudio comparó la caracterización metalográfica y la dureza de un acero ISO 20NiCrMo2 con tratamiento termoquímico de borurado con un postratamiento posterior de partículas de SiC bajo distintas condiciones, comprobando que el mejor tratamiento de SiC es a 850 °C durante 2 horas, demostrando una fase más estable con un aumento de la dureza de 5.6 veces en comparación al material base.

Referencias

- 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.v18n2-2019010revistas.uis.edu.co>
- 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. *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/2d3e999d-bca2-487f-bc55-6d049d7e15c7repositorio.uta.edu.ec>
- López Tapia, L. I. (2011). Estudio tribológico de un acero 4140 sujeto a tratamientos termoquímicos de borurado, nitrurado y boronitrurado. *Tecnológico de Monterrey*. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/570937>
- Asi, O. (2006). Fatigue failure of a helical gear in a gearbox. *Engineering Failure Analysis*, 13(7), 1116-1125. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2005.07.020>
- Verdeja, L. F., Verdeja, J. I., & González, R. (2009). Machinability improvement through heat treatment in 8620 low-carbon alloyed steel. *Machining Science and Technology*, 13(4), 529-542. <https://doi.org/10.1080/10910340903451480>
- An, J., Li, C., Wen, Z., Yang, Y. L., & Sun, S. J. (2012). A study of boronizing of steel AISI 8620 for sucker rods. *Metal Science and Heat Treatment*, 53(9-10), 598-602. <https://doi.org/10.1007/s11041-012-9441-3>
- Ortega-Álvarez, R., Hernández-Sierra, M. T., Aguilera-Camacho, L. D., Bravo-Sánchez, M. G., Moreno, K. J., & García-Miranda, J. S. (2022). Tribological performance of 100Cr6/8620 steel bearing system under green oil lubrication. *Metals*, 12(2), Article 362. <https://doi.org/10.3390/met12020362>

Sobre el autor

Ismael López Rodríguez

Estudiante de sexto semestre en la Licenciatura de Ingeniería Mecánica y miembro del Programa de Honores de la Universidad de las Américas Puebla.

Contacto: ismael.lopezrz@udlap.mx

Tutores

Dr. Rafael Carrera Espinoza

Doctor y Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica por la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, donde desarrollo actividades de investigación en el área de Ingeniería de Superficies. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel I y se desempeña como Decano de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de las Américas Puebla.

Contacto: rafael.carrera@udlap.mx

Dr. Melvyn Álvarez Vera

Doctor en Ingeniería de Materiales por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Ha publicado 43 artículos Journal Citation Reports (JCR), presentado 18 ponencias en congresos internacionales y cuenta con 9 títulos de patentes otorgadas. Es miembro de Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel II.

Contacto: melvyn.alvarez@udlap.mx

Dr. Pablo Moreno Garibaldi

Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecánica y Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica. Es autor de libros y artículos de investigación, entre las que destaca el trabajo titulado Identification of Stress Fields in a Customized Mandibular Reconstruction Based on a Photoelastic Model. Actualmente, es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel I, se desempeña como Director Académico del Departamento Ingeniería Industrial y Mecánica.

Contacto: pablo.moreno@udlap.mx