

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ASIGNATURA PROYECTO DE LA
LICENCIATURA DE INGENIERÍA QUÍMICA METLÚRGICA**

SEMESTRE 2019 – 1

Influencia de la velocidad de enfriamiento en tratamientos cuasi-intercríticos en un acero 1080, y su respuesta en las microestructuras generadas a la resistencia a la fatiga.

Asesor: Dr. Bernardo Fabián Campillo Illanes.

Supervisor: Gerardo San juan San juan

Título: Influencia de la velocidad de enfriamiento en tratamientos cuasi-intercríticos en un acero 1080, y su respuesta en las microestructuras generadas a la resistencia a la fatiga.

Introducción

Las propiedades mecánicas de los aceros están fuertemente relacionadas a su microestructura obtenida después de tratamientos térmicos que generalmente se realizan con el fin de obtener y/o lograr una adecuada dureza o resistencia a la tracción con la suficiente ductilidad (1), pues el tratamiento térmico ha sido reconocido como un proceso importante en la tecnología de desarrollo en materiales. Produce varios cambios microestructurales nobles que conducen a propiedades mejoradas del material. Ahora bien, cuando se involucra un proceso de tratamiento térmico cíclico a intervalos que involucra un ciclo térmico repetido entre dos temperaturas, por lo general alrededor de un crítico de temperatura. Los efectos del tratamiento térmico realizado, se podrían resumir como una aceleración de la cinética del proceso, generación de defectos y refinamiento estructural.

En la actualidad existe un interés por estudiar el efecto de la velocidad de enfriamiento en las propiedades mecánicas y en sus microestructuras en aceros procesados industrialmente. Al considerar la microestructura, la influencia de la velocidad de enfriamiento en la microestructura en aceros microaleados con V se han reportado trabajos mediante microscopía electrónica de transmisión (2) donde se ha demostrado que el enfriamiento con aceite produce esencialmente fases duales de ferrita-martensita con aproximadamente un 4% en volumen de partículas finas y una película delgada-fina de austenita retenida. Por el contrario, al enfriar lentamente en aire se obtiene como resultado una mayor cantidad, de alrededor de un 10 % en volumen de austenita retenida, además de las fases de ferrita y martensita. Por otro lado, al aplicar una mayor velocidad de enfriamiento la microestructura evoluciona de una bainita granular, a una bainita inferior, a una martensita revenida y finalmente a una martensita (4). Entre estas, la que corresponde a la martensita revenida que llega a obtenerse a velocidades de enfriamiento que oscilan entre los 25 a los 80 °C/min, llegan a obtenerse los valores más altos de dureza debido a la precipitación de carburos muy finos.

Además, y debido a su importancia tecnológica, el comportamiento de su resistencia a la tensión y su microestructura en aleaciones no ferrosas como las de Sn-3.5Ag y como función de la velocidad de enfriamiento han sido estudiados (5). Reportan que su tensión de fluencia aumenta al incrementarse su velocidad de enfriamiento, mientras que su resistencia a la tracción, así como su deformación hasta la ruptura, no se ven afectadas. Ahora bien, se han publicado varios trabajos sobre el efecto de la velocidad de enfriamiento en la tensión de los aceros (6,7,8), se han reportado pocos trabajos acerca de los efectos de la velocidad de enfriamiento en la microestructura y microdureza (9, 10). Específicamente trabajos acerca del efecto de la velocidad de enfriamiento en su microdureza en aceros de bajo y medio C

(AISI 1020, 1040, 1060) son muy aislados, esporádicos, y más aún en aceros de alto C como lo es el acero AISI1080. Cuando se involucra un tratamiento a intervalos o intercrítico se generan varios efectos, que específicamente se traducen en la aceleración de la cinética del proceso, con la consecuente generación de defectos y refinamiento estructural, lo que es dependiente del sistema y de las variables del proceso térmico, y esto se entendió hace varias décadas cuando al repetir el ciclo térmico del acero alrededor de la temperatura A1 causó la aceleración de cinética de esferoidización (11,12). Sin embargo, aparte de este ciclo térmico repetido alrededor de la temperatura crítica A1, la mayoría de las otras aplicaciones aún no se han mencionado en los libros de texto comunes, aunque si existen varios informes de investigación han corroborado la importancia del tratamiento térmico cíclico o a intervalos, pero el proceso y el trabajo de investigación todavía se está llevando a cabo en varios sistemas para utilizar el potencial de este proceso. En una investigación reciente de Sista et al. (13), reporta que en un proceso de austempering este acelera la transformación bainítica en aceros AISI 1080. En otro estudio, comenzando con un grano muy fino (tamaño de grano = $0.3\mu\text{m}$) laminado en frío en chapa de acero desoxidado con Al, Sahay et al. (14) observaron un crecimiento acelerado del grano en la aplicación de recocido en intervalos. Además de la aceleración de la cinética del proceso, se ha encontrado que los procesos típicos de tratamiento térmico cíclico causan refinamiento estructural de aceros también. En los primeros estudios se observó que el ciclo térmico que consiste en las transformaciones de fase α - γ repetidas podrían dar como resultado un efecto de refinamiento de grano extensivo en acero (15,16). Posteriormente, esto se ha corroborado en investigación reportada por Smoljan (17) (en acero AISI 4140) y Nakazawa et al. (18) (en un acero maraging). En recientes reportes de investigación (19,20) se aplica un proceso de tratamiento térmico a intervalos típico en 0,16% en peso, 0,6% en peso y 1,24% en peso de aceros al C hasta de 8 ciclos

Referencias

- 1) H.N. Oppenheimer, Practical Heat Treating, Materials Engineering Institute, ASM International, 1995
- 2) Mebarki N, Delagnes D, Lamelse P, Delmas F, Levailant C (2004). Mat. Sci. Eng. A. 387-389, 171-175.
- 3) Bangaru NRV, Sachdev AK (1982). Metallurgical and Mater. Trans. A, 13: 11.
- 4) Qiao ZX, Liu YC, Yu LM, Gao ZM (2009). App. Phy. A. 95, 917.
- 5) Bochoa F, Williams JJ, Chawla N (2003). J. Electron. Mater. 32: 1414.
- 6) Chao J, Gonzales-Carrasco JL (1998). Mater. Sci. Technol. 14: 440.
- 7) Perdrix F, Trichet MF, Lbonnontien J, Cornet M, Bigot J (2000). J. Phys. 10, 223.
- 8) Serre I, Vogt JB (2008). J. Nuclear Mater. 376: 330

- 9) Nagpal P, Baker I (1990). Metallurgical Transactions, 21A 2281
- 10) Lu Z, Faulkner RG, Riddle N, Martino FD, Yang K (2009). J. Nuc. Mater. 415: 386-388
- 11) O.E. Cullen, Continuous short-cycle anneal for spheroidization of cartridge-case steel, Metal Progress 64 (1953) 79-82.
- 12) P. Payson, W.L. Hadapp J. Leeder, The spheroidizing of steel by isothermal transformation, Transactions of American Society of Metals 28 (1940) 306-332.
- 13) V. Sista, P. Nash, S.S. Sahay, Journal of Materials Science 42 (2007) 9112–9115, 24
- 14) S.S. Sahay, C.P. Malhotra, A.M. Kolkhede, Acta Materialia 51 (2003) 339-346.
- 15) R. Grange, Strengthening by austenite grain refinement, Transactions of the American Society for Metals 1 (1966) 26-29.
- 16) A. Anashkin, A. Belov, A. Sokolov, A. Bogatov, S. Smirnov, Heat cycling of carbón steel wire, Metal Science and Heat Treatment 30 (1987) 93-97.
- 17) B. Smoljan, Journal of Materials Processing Technology 155-156 (2004) 1704-1707.
- 18) K. Nakazawa, Y. Kawabe, S. Muneki, Materials Science and Engineering 33 (1978) 49-56.
- 19) A. Saha, D. K. Mondal, K. Biswas, J. Maity, Materials Science and Engineering A, 534 (2012) 465-475.
- 20) A. Saha, D. K. Mondal, J. Maity, Materials Science and Engineering A 527 (2010) 4001-4007.

Hipótesis

Al modificar las velocidades de enfriamiento localizadas específicamente en una región intercrítica las relaciones de fases como de ferrita (acicular, Widmannstätten, etc), de bainitas, martensitas y austenita retenida influirán en las microestructuras y en su respuesta a la resistencia a la fatiga de un acero 1080.

Objetivo principal.

El propósito del presente estudio se centra en estudiar el efecto de velocidades de enfriamiento en una región cuasi-intercrítica de un acero 1080 en la evolución de las microestructuras y su respuesta en la microdureza y la fatiga.

Metas.

- Realizar las evaluaciones microestructurales después de cada velocidad de enfriamiento mediante un estudio microestructural en microscopía óptica y análisis de imágenes (análisis cuantitativo)
- Realizar un estudio detallado de las microestructuras mediante microscopía electrónica de barrido de las microestructuras generadas
- Determinar las resistencias a la fatiga de las distintas microestructuras generadas.
- Presentar los resultados del trabajo en un foro nacional.

Metodología del trabajo.

1. Caracterizar el acero de llegada y realizar un tratamiento de normalizado para homogenizar la microestructura. Determinar tamaño de grano e inclusiones.
2. Cortar y maquinar las muestras para los ensayos de fatiga. Cobrizar las muestras antes de los tratamientos térmicos.
3. Selección de las temperaturas intercríticas y medios de enfriamiento. (Realización de los tratamientos térmicos).
4. Caracterización metalográfica por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido de los distintos tratamientos
5. Cuantificación y caracterización de los precipitados, inclusiones, etc.
6. Ensayos de fatiga.
7. Ensayo de dureza y microdureza

Infraestructura

Corte y preparación metalográfica se realizará en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Metalúrgica (DIM)

La caracterización por microscopía óptica se realizará utilizando los microscopios del DIM, la caracterización de microscopía electrónica de barrido se llevará a cabo en la USAII-FQ.

El maquinado de probetas se realizará en el taller mecánico del ICF-UNAM

Los ensayos mecánicos de fatiga se llevarán a cabo en el laboratorio de posgrado del DIM, y en el laboratorio de ensayos mecánicos del DIM.

El proyecto es financiado por el programa PAPIIT IN115616 y por PAIP.

Cabe mencionar que lo único que se llevará a cabo en el ICF-UNAM es el maquinado de las probetas por lo que el alumno no tendrá necesidad de ir al instituto.

Cronograma

[illegible]