

Evaluación de la anisotropía en las propiedades mecánicas de un acero IF procesado termo-mecánicamente

Tutor responsable: Dr. Osvaldo Flores Cedillo e I.Q.M. Itzel Reyes Chaparro

Introducción

En la industria automotriz se emplean diversos tipos de aceros, en una de sus clasificaciones son considerados los aceros de primera generación, entre los que se incluyen los aceros convencionales, De acuerdo a sus propiedades mecánicas y considerando principalmente su resistencia y tenacidad, se determina las aplicaciones que pueden tener cada tipo de acero [1].

Estos aceros convencionales son monofásicos, con una estructura ferrítica. Dentro de esta clasificación se incluyen los aceros libres de elementos intersticiales o interstitial free (IF por sus siglas en ingles). Los aceros IF tienen microestructura ferrítica y un contenido muy bajo de carbono (40-70 ppm) y nitrógeno (30-50 ppm). El niobio y/o titanio son agregados a estos aceros para estabilizar los átomos de C y de N [1, 2]. La principal característica de estos aceros es la falta de átomos intersticiales en su estructura atómica, lo que permite que el acero tenga una alta ductilidad, ideal para los productos de embutición profunda, estos procesos de conformado causan deformación plástica en los aceros IF y una orientación particular de los granos. Estos aceros tienen un esfuerzo de cedencia bajo, tasa de deformación plástica alta (valor de R) y excelente formabilidad.

La anisotropía es el término usado particularmente en los materiales metálicos para describir la diferencia que existe, respecto al desarrollo de textura en los procesos de transformación, ya sea por procesos como: solidificación, deformación o procesos termo-mecánicos y de recristalización.

El comportamiento anisotrópico de productos planos puede caracterizarse por medio del coeficiente de Lankford o coeficiente de anisotropía, R; el cual representa la capacidad del material para acomodar la deformación plástica en el plano de la lámina. El cálculo de R se realiza considerando que x y y son las direcciones de las coordenadas en el plano de laminación y z es la dirección del espesor de la lámina [3]. Para láminas metálicas, el valor-R se determina en las tres diferentes direcciones de carga en el plano de laminación (0° , 45° y 90° en relación con la dirección de laminación).

En la figura 1, muestra la carta de formabilidad de aceros basada en la resistencia mecánica y la elongación máxima, donde los aceros IF se ubican en la parte de mayor elongación de todos los aceros, y donde es de notarse que es posible obtener resistencias del orden de 400MPa en el caso de los aceros libres de elementos intersticiales de alta resistencia [2].

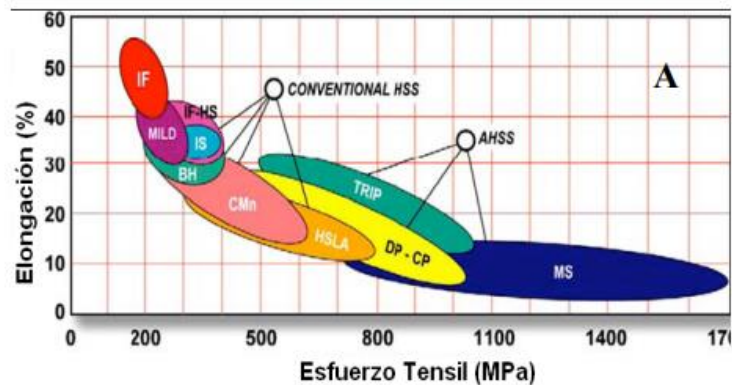


Figura 1. Diagrama global de formabilidad de los aceros de primera generación [2].

[1] Keeler S., Kimchi M. Advanced High-Strength steels application guidelines versión 5. World Auto Steel. 2014.

[2] Proceedings of the International Conference on Microstructure and Texture in Steels and other materials, February 2008, Jamshedpur, India

[3] M. A. Bertinetti, R. Machain, P. Monesterolo, P. A. Turner, Influencia de la Textura Cristalográfica en la Variabilidad de las Anisotropías Planar y Normal, Congreso SAM/CONAMET 2007, San Nicolás, 4 al 7 Septiembre de 2007.

Hipótesis

La historia termo-mecánica del acero IF tiene influencia en la anisotropía (valor de R) obtenida durante el proceso de laminación en frío.

Objetivos

Determinar la capacidad de respuesta a proceso termo-mecánico utilizando el coeficiente de Lankford (R).

Analizar el comportamiento de los precipitados, así como su transformación después del proceso termo-mecánico.

Diseñar y aplicar un tratamiento térmico para homogenizar el tamaño de grano y mejorar las propiedades mecánicas.

Metas

Se determinará el ángulo óptimo en relación con la dirección de laminación con mayor resistencia a la tracción, mayor módulo de elasticidad y menor porcentaje de reducción de área.

Se relacionará el coeficiente de Lankford con las características microestructurales y las propiedades mecánicas, para determinar que tan factible será un proceso de embutido.

Al final del proyecto de investigación, se tendrá un avance aproximado del 70% de la tesis que hará el estudiante.

Metodología

1. Se trabajará con un acero libre de intersticios (IF) ultra bajo Carbono (0.0017) estabilizado con Ti, producidos por Arcelor Mittal. Lázaro Cárdenas, se cuenta con placas de colada continua,
2. El proceso termo-mecánico del acero IF, se llevará a cabo bajo las siguientes condiciones: temperatura inicial 1250°C, temperatura final 950° C, el proceso de laminación se realizará en el intervalo de temperatura indicada, enfriando al finalizar con aire forzado. El proceso se realiza en una laminadora marca FENN con rodillos de 5" para laminación en caliente.
3. Caracterización de la placa después del tratamiento termo-mecánico por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (identificación de fases y precipitados).
4. Laminación en frío de la placa tratada con un espesor inicial de 10 mm hasta obtener un espesor de 1 mm
5. Maquinado de probetas de tensión a 0°, 45°, 90° con respecto a el eje de rolado
6. El tratamiento térmico de recristalización se realizará a una temperatura de 780°C.
7. Ensayos de mecánicos (dureza y tracción uniaxial).
8. Manejo de datos y escritura del trabajo.

Infraestructura

La laminación en frío y el proceso termo-mecánico se llevará a cabo en el Instituto de Materiales (IIM).

Corte y preparación metalográfica se realizará en los laboratorios de 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 Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM

Los ensayos mecánicos se llevarán a cabo en el laboratorio de ensayos mecánicos del DIM

Los consumibles serán proporcionados por el tutor responsable, así como los lingotes de acero IF para su procesamiento

Calendarización o cronograma

Actividad/semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revisión bibliográfica	X	X	X													
Laminado			X	X												
Preparación metalográfica			X	X	X											
Maquinado de probetas						X	X									
Tratamiento térmico						X	X	X								
Preparación metalográfica								X	X							
Análisis por microscopia MO y MEB			X	X						X	X	X				
Medición de propiedades mecánicas												X	X			
Evaluación de R													X	X		
Elaboración de reporte													X	X	X	X