

**Análisis microestructural y propiedades de termofluencia de un acero 5Cr-0.5Mo
a 600 °C por la prueba *Small Punch***

Valeria Miranda López¹, Ulises D. Maldonado Mosqueda¹, Eduardo Pérez Badillo¹, Maribel L. Saucedo Muñoz¹, Víctor M. López Hirata¹.

¹Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, CP 07300

Tabla de Contenido

1	Resumen.....	3
1.1	< Palabras Clave. >	3
2	Abstract.....	3
2.1	< Keywords: (3-5 word)>	4

1 Resumen

Los aceros ferríticos de mediana aleación, como el acero 5Cr-0.5Mo son usados en la industria petroquímica y generadora de energía como componentes expuestos a temperaturas entre 350 y 600 °C por periodos de hasta 250,000 h, ocasionando cambios en la microestructura como la precipitación de carburos y su engrosamiento, afectando así sus propiedades mecánicas.

Por lo anterior, la evaluación del estado mecánico del componente y la predicción del tiempo de vida útil son de gran preocupación para evitar accidentes catastróficos. En este trabajo se evaluaron las propiedades de termofluencia del acero 5Cr-0.5Mo en condiciones original y envejecido artificial a 600°C durante 6000 y 7000 h, utilizando la prueba conocida como Small Punch de termofluencia a 600 °C con cargas de 67.5, 75, 80.6, 85.3 y 99.6 N.

El material se caracterizó microestructuralmente antes y después de la prueba Small Punch. Con el programa de simulación numérica, Thermo-Calc, se calcularon los diagramas pseudobinario y pseudoternario y se determinaron las fases presentes.

El estado original presenta una matriz ferrítica y precipitación de carburos inter e intragranulares, que de acuerdo a los diagramas obtenidos con Thermo-Calc son carburos del tipo $M_{23}C_6$. En cuanto a las muestras envejecidas se observan precipitados engrosados en el límite de grano.

El análisis microestructural de las muestras ensayadas revela una mayor deformación del grano al aumentar la carga y el tiempo de envejecido. Se obtuvo la relación Monkman-Grant con un ajuste del 99.7%, a partir de la cual se puede determinar el tiempo de ruptura en función de la deformación. Además se calculó el parámetro Larson-Miller, que permite predecir tiempos de ruptura a diferentes temperaturas para la prueba Small Punch de termofluencia.

1.1 < Palabras Clave. >

< Termofluencia, microestructura, prueba *Small Punch*.>

2 Abstract

The medium alloy ferritic steels, such as the 5Cr-0.5Mo steel, are used in the petrochemical and energy industries as components exposed to temperatures between 350 and 600 °C for 250,000 h. These conditions cause changes in microstructure such as carbide precipitation and coarsening, which affect its mechanical properties.

Because of this, evaluation of the mechanical properties of the component and life time prediction are of great concern to prevent catastrophic accidents. In this work, the creep properties of the 5Cr-0.5Mo steel were evaluated in the following conditions: as-received and artificial ageing at 600 °C during 6000 and 7000 h, using the Small Punch Creep Test at 600 °C, using loads of 67.5, 75, 80.6, 85.3 and 99.6 N.

The microstructure of the steel was characterized before and after the Small Punch test. Using the numerical simulation software Thermo-Calc, the pseudobinary and pseudoternary phase diagrams were calculated, and the present phases at 600 °C were determined.

The as-received material shows a ferritic matrix and both intergranular and intragranular carbide precipitates, which according to the Thermo-Calc phase diagrams are $M_{23}C_6$ carbides. In the aged samples, coarsened precipitates are observed on the grain boundaries.

The microstructural analysis of the tested specimens show higher grain deformation as load and aging time increase. The Monkman-Grant relationship was obeyed with a 99.7% accuracy. This equation makes possible determine the rupture time as a function of strain rate. Besides, the Larson-Miller parameter was calculated and it allows to predict the rupture time at different temperatures of the Small Punch Creep Test.

2.1 < Keywords: (3-5 word)>

< Creep, microstructure, Small Punch test.>