



PRECISIÓN DE MODELOS DE ELEMENTOS FINITOS EN LA PREDICCIÓN DE ESFUERZOS RESIDUALES DE ORIGEN TÉRMICO

Posted on 20 octubre, 2020

Tag: [Volumen 6 – Número 3](#)

Los esfuerzos residuales en componentes metálicos pueden alterar sus propiedades mecánicas, dependiendo de su distribución y magnitud. Por esta razón, la estimación de éstos en tratamientos como el temple resulta de gran importancia para un amplio abanico de aplicaciones industriales. Para este propósito, el método de elementos finitos (FEM) resulta una buena herramienta, pues tiene la capacidad de resolver los problemas acoplados de conducción de calor y la evolución de los esfuerzos residuales debidos al gradiente térmico.

Este trabajo compara los perfiles de esfuerzos residuales obtenidos en un modelo de elementos finitos y los alcanzados empíricamente con el método del contorno, de desarrollo reciente.

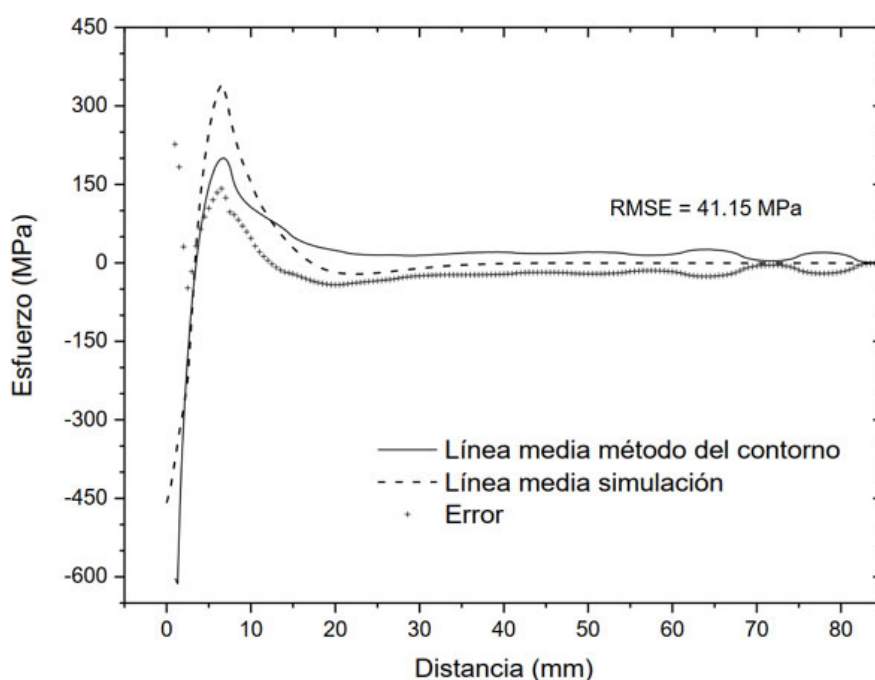


Fig. 1. Perfil de esfuerzos residuales en la línea media de la probeta

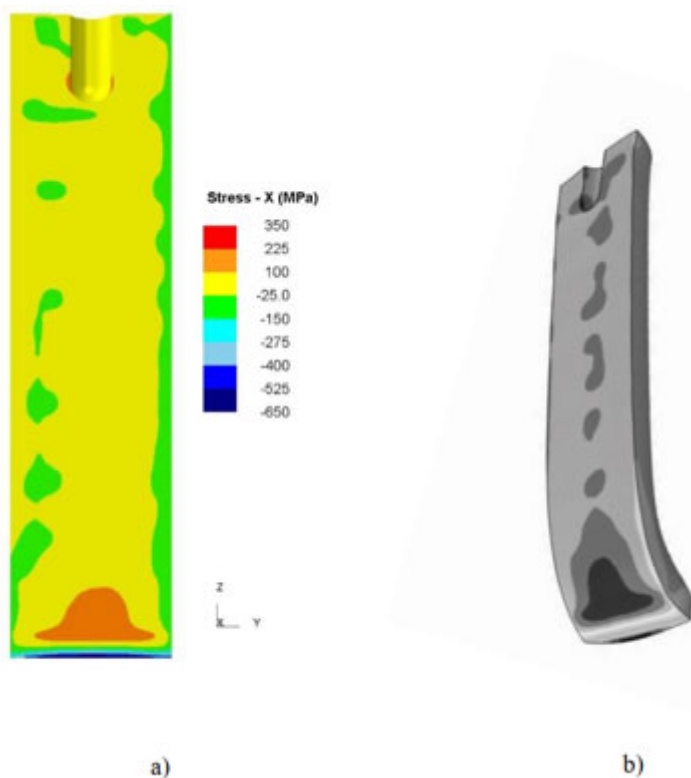


Fig. 2. a) Esfuerzos medidos con el método de contorno en probeta 304; b) Distorsión relacionada (exagerada)

Con la finalidad de generar probetas con perfiles de esfuerzos meramente térmicos, se implementó un sistema de temple en agua controlado, análogo a la prueba de templabilidad estándar (ASTM A 255) usando un acero representativo de los que carecen de transformaciones de fase durante el temple, AISI 304L. De forma paralela se desarrolló un modelo de elementos finitos que captura las condiciones de temple utilizadas en los ensayos, empleando un software comercial dedicado STFC Deform[®]. Los perfiles de esfuerzos obtenidos en la simulación fueron comparados con los alcanzados en el método del contorno. Este último, siendo un método de medición destructivo, consiste en coartar las piezas de estudio mediante la técnica de electroerosión por hilo (EDM) que permite la generación de dos superficies de corte libres de esfuerzos debido a la relajación elástica sin la perturbación mecánica sufrida por otras técnicas de corte. La deflexión causada en las superficies de corte es medida con una máquina de coordenada de alta precisión (CMM) y usada como condición a la frontera de desplazamiento de un segundo modelo de elementos finitos que resuelve únicamente el problema elástico, obteniendo esta vez una reconstrucción artificial de los esfuerzos residuales normales a la superficie, que de acuerdo con el principio de la superposición de Bueckner son equivalentes a los causantes de la distorsión medida, los esfuerzos residuales contenidos por el material previos al corte.

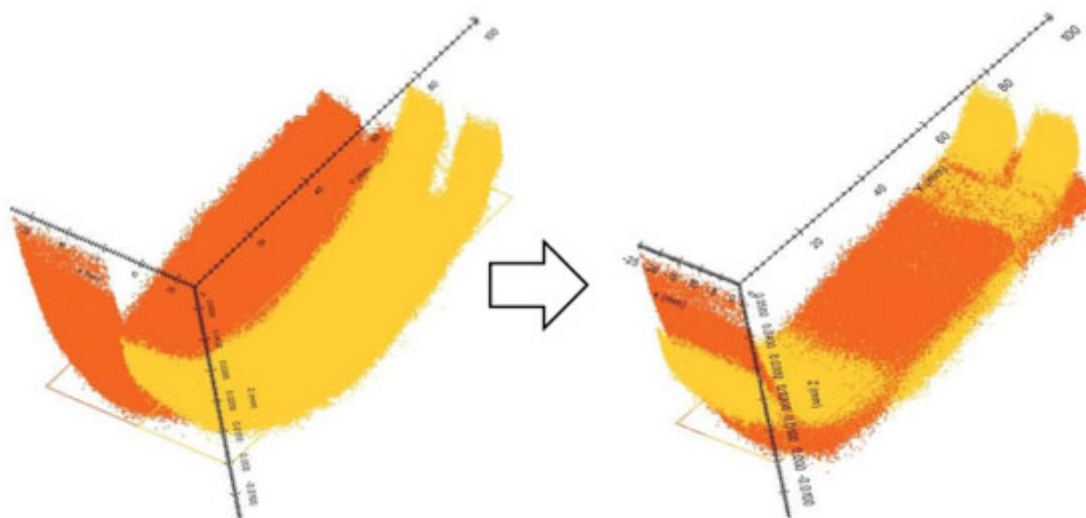


Fig. 3. Proceso de alineación de nubes y puntos

Los resultados muestran una relación significativa, los perfiles de esfuerzos pueden ser considerados similares en cuanto a orden de magnitud y distribución en las superficies de corte, sin embargo, el modelo de elemento finito para determinar los esfuerzos internos durante el temple no ha contemplado la deformación plástica causada por el maclado en las zonas más fuertemente afectadas por el temple, típicamente encontrada en esta aleación. Este efecto parece ser responsable de las diferencias de localización de los valores máximos y mínimos (tensión y compresión) medidos por el método del contorno. Los resultados son alentadores e invitan al desarrollo de nuevos modelos que incorporen el efecto de la deformación plástica, e incluso de las transformaciones de fase. Cabe señalar que la técnica experimental utilizada ha resultado una experiencia enriquecedora; existen muchos grupos alrededor del mundo trabajando en su perfeccionamiento y Cinvestav Saltillo ha sido pionero en su utilización en México.

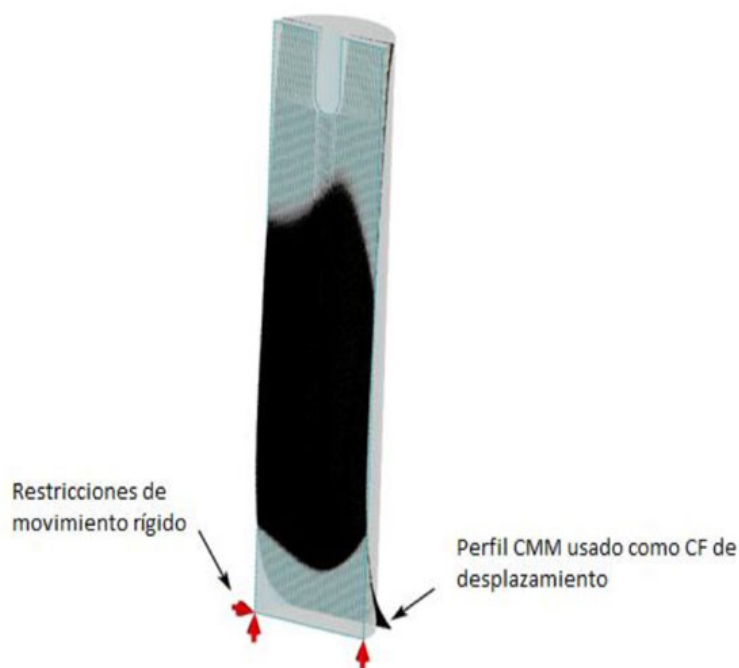


Fig. 4.

Israel Medina Juárez es egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica del CINVESTAV Saltillo.

Después de graduarse como Ingeniero Mecánico por el Instituto Tecnológico de Oaxaca, su profesión como ingeniero mecánico le despertó interés por la ingeniería metalúrgica y decidió enrolarse en el posgrado en Ingeniería Metalúrgica en Cinvestav-Saltillo. Se graduó en julio de 2020, bajo la supervisión del Dr. Francisco Alfredo García Pastor. Actualmente se desempeña como asesor metalúrgico en el área de ingeniería de procesos de una empresa especializada en tratamientos térmicos, CRIO S. A. en la ciudad de Ramos Arizpe Coahuila.