

Análisis numérico de la mecánica de fractura en tuberías forzadas aplicando el estándar BS 7910 y simulación por elementos finitos

Numerical analysis of fracture mechanics on forced pipelines by application of BS 7910 standard and finite element simulation

Barrionuevo G.¹, Guerrero B.²

¹Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

²Universidad de las Fuerzas Armadas, Escuela Politécnica del Ejército del Ecuador.

Barrionuevo G.¹, Guerrero B.²

¹Department of Mechanical Engineering and Metallurgy, School of Engineering, Pontificia Universidad Católica de Chile.

²University of Armed Forces, Polytechnic School, Army of Ecuador.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la Integridad Estructural de tuberías forzadas mediante la aplicación del estándar BS7910 y Simulación por Elementos Finitos. Para el estudio de la mecánica de fractura en tuberías de presión que presentan defectos en su interior, se determina la integridad estructural del elemento a través de un diagrama de evaluación de fallos (FAD) donde se grafica el índice de fallo por fractura (K_r) versus el índice de fallo por colapso plástico (L_r). Mediante la ubicación del punto inicial de falla se calcula el factor de seguridad y se define si el elemento está apto para el servicio o si se deberá realizar una acción correctiva para que siga operando; posteriormente se analiza el crecimiento de la fisura, donde se determina el punto crítico de rotura de la tubería y por ende su vida útil. Para verificar los resultados obtenidos analíticamente se realiza la simulación de la mecánica de fractura en ANSYS, donde se determina el factor de intensidad de esfuerzos (SIF) mediante la herramienta fractura y también se calcula la vida útil del elemento a través de un análisis de fatiga. En este apartado se recomienda el uso de elementos tetraédricos para el mallado global de la tubería y una configuración de telaraña para el mallado en la punta de la fisura. Finalmente se compara los resultados obtenidos donde se obtuvo un error promedio de 3.24% denotando la utilidad de los dos métodos, así como la simplicidad de la ley de Paris.

ABSTRACT

This work aims to determine the structural integrity of forced pipelines by application of the BS7910 standard and finite element simulation. To study fracture mechanics on pressurized pipelines with interior defects, the element structural integrity was evaluated with a failure assessment diagram (FAD), where the fracture failing index (K_r) was plotted against the plastic failing index (L_r). Using the initial point of failure, a security factor is calculated, thus defining if the element is apt for service or if it requires a corrective action to continue in operation. Afterwards, the crack growth is analyzed in order to determine the pipe critical rupture point and its useful life. In order to verify these analytical results, a mechanical simulation of the fracture is performed in ANSYS, using the fracture tool, to determine the stress intensity factor (SIF) and the element useful life through a fatigue analysis. For this, the use of tetrahedral elements for the global meshing of the pipes is suggested, together with a spider web mesh configuration for the fissure point. Finally, the obtained results were compared, obtaining an average error of 3.24%, indicating the usefulness of both methods, as well as the simplicity of the Paris law.