

## Simulación numérica de recuperación de petróleo en un tubo de combustión

J. R. Hernández-Pérez<sup>1</sup>, F. de X. Ortega-García,<sup>2</sup> M.A. Ramírez-Garnica<sup>2</sup> y F. Trejo-Zárraga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Col. Irrigación, 11500 México D. F.

<sup>2</sup> Instituto Mexicano del Petróleo, Eje Central Norte Lázaro Cárdenas 152, Col. San Bartolo Atepehuacan, 07730 México, D. F.

### Resumen

Se propone un conjunto de reacciones que permiten modelar los procesos de rompimiento de cadenas de hidrocarburos y combustión en un experimento de tubo de combustión. El modelo se usó para reproducir los frentes de combustión.

### Introducción

El método de combustión *in situ* consiste inyectar aire en una región del yacimiento, para que espontáneamente o mediante calentamiento artificial se cree un frente de combustión que caliente el crudo, disminuya su viscosidad, incrementando la producción y acelerando la recuperación. El experimento que determina si esta técnica es aplicable a un yacimiento consiste en reproducir a nivel de laboratorio las condiciones a las que se encuentra un yacimiento usando un tubo de combustión [1].

El proceso es descrito matemáticamente por las ecuaciones de balance de masa, ley de Darcy, balance de energía y un conjunto de reacciones. Dada la complejidad de la composición del crudo, se han propuesto modelos que describen las reacciones usando pseudocomponentes [2]. Se propone un modelo sencillo de dos reacciones y seis componentes.

### Procedimiento Experimental

Un tubo de combustión contiene una mezcla de roca molida, crudo y salmuera del yacimiento en las proporciones promedio. El tubo se alinea verticalmente y se aísla térmicamente. Mediante una resistencia eléctrica se enciende una capa de aceite de linaza al tiempo que se inyecta aire en la parte superior, mientras que por una válvula en la parte inferior se recoge el agua y crudo producidos separando también los gases de combustión que son monitoreados por un cromatógrafo.

### Resultados Experimentales y Análisis

Los resultados de producción de crudo, agua, gases y distribución de temperaturas son ajustados usando el siguiente modelo de reacciones:



Las componentes “Aceite pesado”, “Aceite ligero” y “Coque” son descritos mediante sus pesos moleculares y puntos críticos. Las curvas de temperaturas experimentales y simuladas se muestran en la Figura 1.

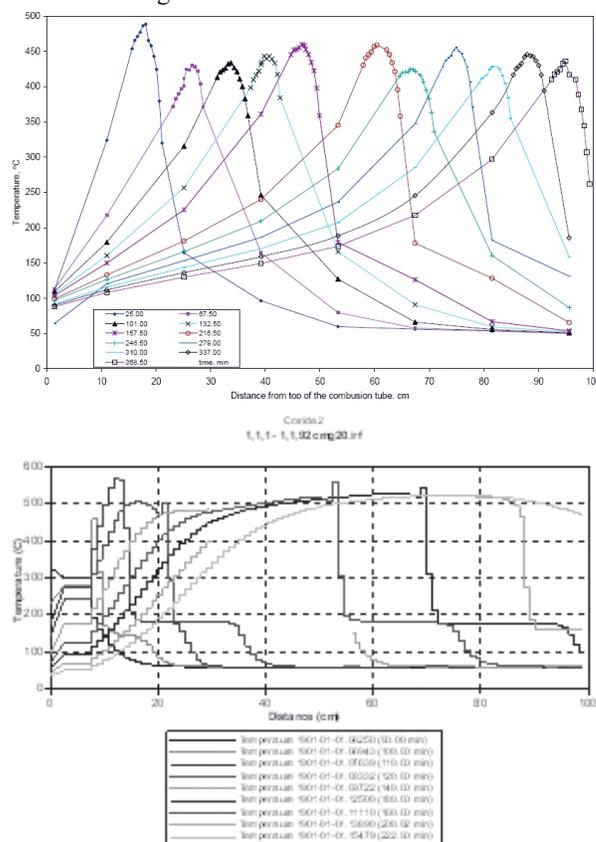


Figura 1. Curvas de temperatura experimental y simulada en el tubo de combustión

El ajuste se realizó variando los parámetros cinéticos de las reacciones.

[1] DOI 10.2172/3175, “In-Situ Combustion Handbook—Principles and Practices”, Sarathi, P. S., 1999, DOE/PC/91008-0374, USA.

[2] Burger, J.G., Sahuquet, B.C. Chemical aspects of in situ combustion—heat of combustion and kinetics. Journal of Society of Petroleum Engineers, pp. 410–422. October, 1972.