

Título de la Tesis: “Estudio de micro-reactores para la generación de gas de síntesis”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Bruschi, Yanina Marianela

Directores: Borio, Daniel Oscar - Pedernera, Marisa Noemí

Resumen

En la presente tesis se estudia el comportamiento de un reactor estructurado de canales paralelos para llevar a cabo el proceso de reformado de etanol con vapor (ESR) para la generación de hidrógeno o gas de síntesis. Se desarrolla un modelo unidimensional pseudohomogéneo en estado estacionario para la simulación del comportamiento del micro-reactor. Se propone un diseño del reactor donde una corriente de gases calientes provenientes de una cámara de combustión externa suministra el calor necesario a la reacción de reformado. Se analiza la influencia de diferentes tamaños de canales y variables operativas sobre la performance del microreactor operando bajo dos configuraciones de flujo diferentes: co-corriente y contracorriente. Las variables analizadas afectan al suministro de calor y por lo tanto a la producción de H₂. En la búsqueda de un modelo más riguroso, se desarrolla un modelo unidimensional heterogéneo para el mismo diseño del reactor, en el cual se considera la conducción de calor axial a través de las paredes metálicas del micro-reformador. Se realiza un estudio comparativo de ambos modelos, pseudohomogéneo y heterogéneo, y se analiza nuevamente la influencia del tamaño del canal para el modelo heterogéneo sobre la producción de hidrógeno y el rendimiento a metano para ambos esquemas de flujo (co- y contra-corriente). Se verifica el impacto del espesor de la pared sobre el fenómeno de conducción de calor axial a través de la pared metálica. Por último se propone una alternativa en la forma de suministrar el calor a las reacciones de reformado. La misma consiste en el acoplamiento térmico de reacciones exo- y endo-térmicas. En este diseño de reactor, por ciertos canales circula la corriente de proceso (ESR, reacción endotérmica) y por canales adyacentes se lleva a cabo la combustión de etanol (reacción exotérmica). Para la implementación del modelo matemático unidimensional heterogéneo, fue necesario realizar un estudio cinético de la reacción de combustión de etanol. Se estudia la influencia de la geometría de los canales y de distintas variables operativas sobre el comportamiento de ambas corrientes (ESR y combustión de etanol). Para completar el análisis del micro-reactor con acoplamiento de reacciones, se propone un diseño del sistema de reacción con precalentamiento de las alimentaciones aprovechando la energía de las corrientes de salida.

Título de la Tesis: “Estudio de micro-reactores para la generación de gas de síntesis”

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Bruschi, Yanina Marianela

Directores: Borio, Daniel Oscar - Pedernera, Marisa Noemí

Abstract

The present Thesis focuses on the study of a parallel-channels structured microreactor for hydrogen or synthesis gas production by ethanol steam reforming. A steady state 1D pseudohomogeneous mathematical model is developed to simulate the microreactor behavior. A reactor design where a flue-gas stream from an external combustor provides the heat necessary for the reforming reaction is proposed. The microreactor performance as affected by the channel dimensions and the operative variables is studied for two different flow configurations: cocurrent and countercurrent schemes. The analyzed variables affect the heat supply and, consequently, the hydrogen production. Aiming a more rigorous model for the reforming microreactor, a 1D heterogeneous model considering axial heat conduction through the solid wall is developed. A comparative study between both models, pseudohomogeneous and heterogeneous, is performed and the influence of the channel width over the hydrogen production and the methane yield is analyzed for this heterogeneous model and for both flow configurations (co- and countercurrent). The impact of the wall thickness over the axial heat conduction through the metallic wall is verified. Finally, the coupling of exothermic and endothermic reactions is proposed as an alternative method to supply the heat necessary for the reforming reaction. In this design, the process stream (ESR, endothermic reaction) circulates for certain channels and ethanol combustion (exothermic reaction) is conducted in adjacent channels. A kinetic study of the ethanol catalytic combustion reaction was made in order to implement the 1D heterogeneous math model with thermally coupled reactions. The influence of the channel width and the different operative variables over the behavior of both streams (ESR and ethanol combustion) is studied. To complete the analysis of this microreactor design, the preheating of the feed streams recovering heat from the reactor outlet in external heat exchangers is studied.