

Título: "COMPORTAMIENTO TERMOFLUIDODINÁMICO Y TRANSPORTE DE ESPECIES EN REACTORES DE FLUJO OSCILATORIO CON DEFLECTORES MULTIPERFORADOS".

Nombre: GONZÁLEZ JUÁREZ, DANIEL

Universidad: Universidad Politécnica de Cartagena

Departamento: Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Politécnica de Cartagena

Fecha de lectura: 26/06/2017

Programa de doctorado: Programa Oficial de Doctorado en Tecnologías Industriales

Dirección:

> **Director:** JUAN PEDRO SOLANO FERNÁNDEZ

> **Codirector:** Ruth Herrero Martín

Tribunal:

> **presidente:** JOSÉ PÉREZ GARCÍA

> **secretario:** FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ VELASCO

> **vocal:** Soledad Le Clainche Martinez

Descriptores:

> MECANICA DE LIQUIDOS

> PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

> PROCESOS DE MEZCLADO

El fichero de tesis no ha sido incorporado al sistema.

Resumen: Resumen de la tesis:

Los reactores de flujo oscilatorio con deflectores insertados (oscillatory baffled reactors, OBR_{¿s}) son una técnica compuesta de promoción del mezclado y de la transferencia de calor con un gran potencial industrial y en auge desde finales de los años 80¿s. Encuentran un amplio rango de aplicaciones en la industria química, farmacéutica y de biocombustibles, y constituyen una tecnología singular de equipos tubulares compactos para el transporte de especies con baja dispersión axial y altos coeficientes de transferencia de calor.

Esta Tesis Doctoral es la puerta a una nueva línea de investigación del estudio de la capacidad de mezclado en reactores de flujo oscilatorio, mientras que en el campo de la mejora de transferencia de calor supone una continuidad a las ya tradicionales líneas de investigación del Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Politécnica de Cartagena.

En este trabajo se acomete el estudio numérico de las características fluidodinámicas, de capacidad de mezclado y de mejora de la transferencia de calor en una topología intensificada de reactores de flujo oscilatorio con deflectores multiorificio. La configuración clásica con deflectores en forma de corona circular dispuesto de forma equidistante se sustituye por discos multiperforados con 3, 7, 19 y 43 orificios que acumulan la misma sección total de paso. Puesto que el diámetro del conducto se mantiene constante, esto supone una reducción

en el diámetro de los orificios a medida que se incrementa el número de los mismos. El flujo a través de estos discos multiorificio genera un conjunto de chorros aguas abajo y aguas arriba de los deflectores (en función del instante del ciclo oscilatorio) que interactúan con las estructuras turbillonarias que aparecen con motivo del desprendimiento del flujo por el efecto de borde afilado que suponen los orificios. Esta interacción promueve el transporte radial de la cantidad de movimiento, lo que se traduce en una mejora en la mezcla radial y en la tendencia hacia el comportamiento ideal de flujo pistón.

Se ha analizado la influencia tanto de las condiciones de operación como de parámetros geométricos de diseño en las estructuras de flujo generadas. Los resultados muestran el aumento del número de estructuras caóticas a medida que se incrementa el número de perforaciones en los deflectores. También se demuestra que los diseños propuestos son capaces que generar patrones de flujo asimétricos, i.e., caóticos, para un rango de operación que implica tanto bajo flujo neto, $Re_n \lesssim 200$, como condiciones de oscilación de baja intensidad, $Re_o \lesssim [250, 800]$. También queda demostrado que para aprovechar el correcto funcionamiento de estos dispositivos, tanto la distancia entre deflectores como la amplitud de oscilación tienen que estar relacionados con el diámetro del orificio, pues esta es la dimensión característica de las estructuras generadas. En caso contrario, no se producirá una correcta interacción entre los chorros y los vórtices en las celdas de reactor, disminuyendo la eficacia de estos dispositivos.

La influencia de las estructuras generadas en la capacidad de mezclado de los reactores propuestos se ha estudiado mediante la modelización numérica de la inyección de un pulso de fluido trazador en la corriente del flujo principal. Para este fin se ha empleado el estudio de las curvas de distribución de tiempos de residencia normalizadas, obtenidas de las simulaciones numéricas, mediante un modelo unidimensional que permite estimar la dispersión axial de los reactores. Los resultados muestran una clara tendencia al flujo pistón a medida que se incrementa el número de orificios en los deflectores así como una disminución de la dispersión axial a medida que se reduce la relación entre Re_o y Re_n , ζ .

El estudio de transferencia de calor se ha llevado a cabo mediante la modelización de un conducto con condiciones de flujo de calor constante en sus paredes empleando fluidos de trabajo con distintas propiedades termofísicas. El análisis en condiciones de flujo estacionario muestra que a medida que se incrementa el número de orificios en los discos deflectores se alcanza una mejora en la transferencia de calor del orden de $\sim 10\times$ respecto al flujo en un conducto liso trabajando en régimen laminar. Un incremento en el número de Pr del fluido de trabajo potencia este incremento de la transferencia de calor. También se observa una más que notable reducción de la longitud de conducto necesaria para alcanzar condiciones térmicas plenamente desarrolladas, siendo esta independiente del número de orificios y del fluido de trabajo empleado. La superposición de la oscilación del flujo a esta condición de flujo neto hace que se alcance una mejora en la transferencia de calor de hasta $\sim 45\times$ los niveles alcanzados en un conducto liso en régimen laminar. La mejora obtenida al superponer el flujo oscilatorio al flujo neto es más notable cuanto menor es la magnitud del flujo neto.

La potencia requerida por el movimiento de flujo se ha cuantificado mediante la densidad de potencia disipada, obtenida a partir de los datos de caída de presión que se han monitorizado durante las simulaciones numéricas. Como cualquier técnica de promoción del mezclado y transferencia de calor, esta técnica compuesta por la inserción de deflectores estáticos multiperforados y la superposición de un flujo oscilatorio a un flujo neto supone un incremento de caída de presión respecto a la configuración de conducto liso en régimen laminar. Esta caída de presión se traduce en un incremento de la potencia de bombeo necesaria. Los resultados muestran un incremento de la densidad de potencia del orden de $\sim 3\times$ para la geometría de 43 orificios respecto de la geometría en forma de corona circular. El incremento en la viscosidad del fluido de trabajo supone también un incremento en la potencia de bombeo requerida.

Por último, la evaluación de las prestaciones referentes a la transferencia de calor por medio del criterio R3 muestra que se puede obtener una mejora de la transferencia de calor respecto a un conducto liso equivalente incluso en régimen estacionario. En el caso de régimen oscilatorio hay que tener en cuenta que el incremento de la intensidad de oscilación supone una mayor caída de presión, que puede derivar en un descenso de la mejora obtenida, llegando incluso a obtener una menor transferencia de calor que la correspondiente a un conducto liso equivalente. Para los regímenes de operación en los sí se obtiene un aumento de la transferencia de calor, este llega a ser del orden de un 450%.

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/>