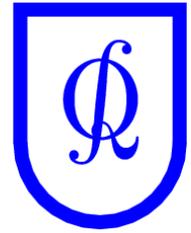




UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química



Profesor Guía
Prof. Pedro Toledo R.

SISTEMAS PARTICULADOS: ESTADO ESTACIONARIO DE SUSPENSIONES FLOCULADAS Y APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LATTICE-BOLTZMANN AL FLUJO DE FLUIDOS Y PARTÍCULAS EN ESPACIOS CONFINADOS

ARIEL NARVÁEZ SALAZAR

Tesis presentada a la Dirección de Postgrado
de la Universidad de Concepción

Doctor en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Química

Concepción, Chile, 7 Abril, 2010

Resumen

En numerosas aplicaciones industriales así como en el ambiente natural está presente el transporte de y en sistemas particulados. Por ejemplo, en la industria minera los procesos de lixiviación, filtración, sedimentación y transporte hidráulico; en la industria petrolera los procesos de drenaje y embebido en la extracción de gas y petróleo; en ingeniería de suelos y agroindustrias los procesos de migración de contaminantes y fertilizantes en el subsuelo. Así, la comprensión y simulación predictiva de dichos procesos es de gran importancia científica y para sus aplicaciones. Esta tesis se enfoca en tres tópicos que se enmarcan dentro del amplio espectro de los sistemas particulados. Cada tópico se desarrolla en capítulos separados.

El primer tópico es el cálculo del estado estacionario de la sedimentación de soluciones floculadas en un espesador-clarificador. Además de un riguroso análisis a la base matemática de dicho cálculo, se presentan ejemplos numéricos referentes al cálculo de la altura del sedimento y capacidad máxima de los equipos.

El segundo tópico es desarrollo, implementación y calibración del método de lattice-Boltzmann para predecir el flujo de fluidos en estructuras porosas geométrica y topológicamente complejas. Primeramente se presenta el método en un contexto histórico y un exhaustivo análisis de los detalles teóricos relevantes, e.g., discretización del espacio, alternativas para aproximar el operador de colisión, condiciones de contorno y alternativas para movilizar el fluido. Luego, el método es calibrado según su capacidad de reproducir campos de velocidades, flujos y permeabilidad en estructuras con geometría sencilla para las cuales existen resultados teóricos. Luego, el método debidamente calibrado se aplica a estructuras porosas regulares como son los empaques cúbicos. La estructura porosa de estos empaques evoluciona en el tiempo debido a procesos diagenéticos complejos que en este trabajo son representados por dos mecanismos netamente geométricos que denominamos compactación y cementación. Especial atención se presta a la relación entre la permeabilidad y la longitud característica del medio que en definitiva controla el proceso de flujo a cualquier porosidad. Esta longitud, escogida apropiadamente, puede ser un excelente predictor de la permeabilidad. En este trabajo se estudian varias posibilidades para esta longitud, de alguna manera todas medibles en laboratorio. Luego se estudian estructuras semi-regulares, originadas de empaques regulares con distinto tamaño de partículas sólidas, sometidas a compactación y cementación. Finalmente se estudia el flujo y la permeabilidad en estructuras irregulares, como el espacio poroso de