



Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

www.elsevier.es/rimni



Simulación de un clasificador de polvo de flujo cruzado con altos contenidos de polvo

H.A. Petit^{a,b,*} y M.R. Barbosa^a

^a Laboratorio de Micropartículas, UNCPBA y CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET), Av del Valle 5737, (B7400JWI) Olavarría, Argentina

^b Planta Piloto de Ingeniería Química, UNS-CONICET, Camino La Carrindanga Km 7, (8000) Bahía Blanca, Argentina

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de diciembre de 2015

Aceptado el 17 de junio de 2016

On-line el xxx

Palabras clave:

CFD-DEM
Clasificación de Polvo
Arenas de Trituración

Keywords:

CFD-DEM
Air Classification
Manufactured Sands

R E S U M E N

El clasificador de polvo de flujo cruzado es un equipo de clasificación que trabaja por vía seca. El uso de este tipo de dispositivos se evalúa actualmente para reemplazar a los métodos húmedos de clasificación en la producción de arena de trituración. La influencia del contenido de polvo es de importancia crítica para el diseño del proceso. Una manera de estimar esta influencia es a través de simulación numérica. En éste trabajo se simula el proceso de clasificación de polvo mediante fluidodinámica computacional (CFD). La interacción entre partículas se modela mediante un método de elementos discretos (DEM). Las simulaciones se optimizan para minimizar el error a través de la elección entre dos modelos de turbulencia y entre dos modelos para la inyección de sólidos. Se simula la clasificación de polvo con tres distintos contenidos de polvo. Se establece que el contenido de sólidos alimentados al clasificador tiene una gran influencia en el proceso de clasificación, por lo que es un parámetro crítico para el correcto diseño del clasificador.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Simulation of a cross-flow air classifier at high solid feed rates

A B S T R A C T

The cross-flow air classifier is a dry process device. The use of such separators is being evaluated to replace the wet classification methods in the production of manufactured sand. The influence of the solid feed rate is critical for the correct design of the process. One method to analyze the influence of the feed is by using numerical simulation. In this work, the powder classification process is simulated by computational fluid dynamics (CFD). The particle-particle interaction is modeled with a discrete element method (DEM). Simulations are optimized to better represent the experimental data by choosing between two turbulence models and two models for the injection of solids. Dust classification at three different solid rates is simulated. It is established that the amount of solids has a great influence in the classification process. This fact indicates that the solids content is a critical parameter for a proper design of the device.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introduction

Los agregados finos para la producción de hormigón han sido conformados históricamente por arenas naturales extraídas de

lechos de ríos y/o depósitos naturales. Sin embargo, estas fuentes están en extinción o su explotación requiere de costos cada vez más elevados. Una alternativa para la producción de agregados finos es el uso de arenas de trituración para reemplazar a las arenas naturales [1,2]. La distribución de tamaño de partículas (DT) de las arenas de trituración hace que se requiera de un tratamiento previo a su utilización como agregado fino. El principal problema es que estas arenas presentan un exceso de polvo (partículas con tamaño menor a 75 μm) [3,4].

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: hpetit@fio.unicen.edu.ar, horaciopetit@gmail.com
(H.A. Petit).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2016.06.003>

0213-1315/© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

El método de eliminación de polvo en arenas de trituración más usado en la actualidad es el lavado con agua. El proceso de lavado elimina el polvo de manera efectiva. Sin embargo, genera problemas como el tratamiento y secado del lodo efluente. Además, el proceso húmedo requiere de una alta disponibilidad de agua que no es posible recuperar completamente. Por las razones anteriores, el proceso de lavado es cada vez menos aplicado y se lo considera dañino para el medio ambiente [1,3].

Una alternativa al proceso de lavado es la clasificación por vía seca o clasificación por aire. Se basa en usar las fuerzas de gravedad, centrífugas y el arrastre del aire sobre las partículas para clasificarlas por tamaño [5]. Esta tecnología tiene dos aplicaciones clásicas, la más antigua en el control de la polución del aire y la más recientemente en la obtención de polvos con tamaño de partícula controlado. En los últimos años, se han desarrollado distintos tipos de clasificadores, algunos de los cuales han sido aplicados a la industria de agregados [6-9].

El clasificador de polvo cruzado es uno de los equipos capaces de controlar la cantidad de polvo en las arenas de trituración. Una de las ventajas que presenta es la clasificación del material en más de una fracción con un moderado consumo de energía. Datos de estudios previos sugieren que el rendimiento de estos clasificadores está influenciado por el caudal de sólidos que ingresan al clasificador [10]. Cuando se opera con grandes caudales de polvo, el comportamiento de las partículas en su interior no es el ideal. Como consecuencia, la eficiencia disminuye y el diámetro de corte se aleja del valor de diseño.

Una manera de poder analizar el comportamiento del flujo dentro del clasificador es a través de la fluidodinámica computacional o CFD. Esta herramienta permite resolver las ecuaciones que modelan el comportamiento de los fluidos, mediante una discretización de las ecuaciones diferenciales y de modelos de turbulencia específicos para cada sistema. El uso de CFD es de gran utilidad para problemas de ingeniería como: análisis aerodinámico de estructuras sometidas a flujo externo [11,12], modelado de deslizamientos de laderas [13], simulación de flujos en tanques de agitación [14], ductos [15], lechos porosos [16] y flujos bifásicos en torres de enfriamiento [17]. La simulación de flujos bifásicos aire-polvo puede llevarse a cabo mediante el uso de CFD y el método de elementos discretos (DEM, Discrete Element Method). Con éste método se puede modelar la interacción entre partículas y entre las partículas y el fluido. La combinación de estas técnicas de CFD-DEM posibilita la observación y comprensión de los fenómenos involucrados [18-20].

Distintos modelos de turbulencia pueden usarse para la simulación de flujos bifásicos [21,10,9,6,8,17]. El más utilizado por su simpleza es el modelo $\kappa-\epsilon$. Otros modelos de turbulencia más complejos, como el del tensor de esfuerzos de Reynolds (RSM) o el modelo $\kappa-\epsilon$ realizable (RKE), pueden dar información más detallada del flujo dentro del clasificador [22,23]. El modelo RSM tiene un requerimiento computacional mayor que el $\kappa-\epsilon$ y sus variantes debido a la mayor cantidad de ecuaciones diferenciales en su formulación. Sin embargo, el RSM es utilizado cuando el problema de flujo es de elevada complejidad [24].

El objetivo de este trabajo es simular el proceso de clasificación de material particulado dentro de un clasificador de flujo cruzado. Las simulaciones se llevan a cabo mediante las técnicas combinadas de CFD-DEM considerando un contenido de polvo de 1.5 kg/m^3 . Dos modelos de turbulencia y dos métodos de inyección de polvo son evaluados en comparación con datos experimentales de la literatura. Sobre esta base, se establece el método más apropiado de simulación. Se procede luego a realizar nuevas simulaciones con mayores contenidos de polvo para obtener información fuera del rango reportado para el clasificador.

2. Materiales y Métodos

2.1. Descripción del clasificador de flujo cruzado

Un esquema del clasificador de flujo cruzado puede verse en la figura 1. El material sólido a clasificar ingresa por la parte superior a través de una tolva de dosificación (Punto 1). Las partículas son interceptadas por un chorro de aire proveniente de una hendidija (Punto 2). La corriente de aire trasporta las partículas según la magnitud de las fuerzas que actúan sobre ellas. El flujo de aire escapa de la cámara por el tubo de salida (Punto 3). Las partículas son separadas en tres fracciones mediante los deflectores de separación DS1 y DS2 (Punto 4). Las partículas grandes son más afectadas por la gravedad y caen en la tolva de colección F1 (Punto 5). Las partículas finas son especialmente afectadas por el arrastre del aire y se colectan en las tolvas F2 y F3. Una pequeña cantidad de partículas finas escapan con el aire por el tubo de salida (Punto 6). El clasificador cuenta con guías que conducen el flujo de aire hasta el tubo de salida (Punto 7). Hay una pequeña abertura entre los deflectores secundarios y la pared del clasificador que permite la colección de las partículas más finas en F3 (Punto 7). Esta abertura no es tomada en cuenta para las simulaciones.

2.2. Descripción del proceso experimental

Wang y Hafenbradl [10,25], reportan datos experimentales referidos a la clasificación de esferas de vidrio de densidad 2650 kg/m^3 y un rango de tamaños entre 0.05 a 1.1 mm. El rango de velocidades entre los cuáles se realizó la clasificación es de 8 a 12 m/s y un contenido de sólidos de 0.1 a 4.5 kg/m^3 . También se informa la velocidad del flujo medida en planos ubicados a diferentes distancias de la entrada de aire (véase figura 1). La granulometría de la alimentación es conocida, así como también la de las fracciones colectadas en las distintas tolvas.

2.3. Descripción del proceso de simulación

En este trabajo se realizan simulaciones empleando un marco de referencia Euleriano-Lagrangiano. El aire se considera una fase continua y su comportamiento está modelado por las leyes de Navier-Stokes y continuidad para flujos incompresibles. El flujo dentro del clasificador ha sido caracterizado como turbulento por lo que el campo de presiones y velocidades se calcula utilizando las ecuaciones promediadas RANS, (Reynolds Averaged Navier-Stokes), basadas en los valores medios de las variables de flujo [22,23]. Las partículas son tratadas como una fase dispersa que puede intercambiar momento con la fase continua. Las posiciones

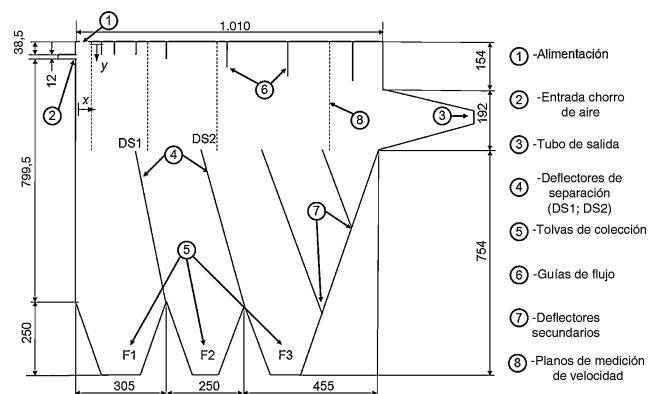


Figura 1. Esquema del clasificador de flujo cruzado. Unidades en mm.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050716>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050716>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)