

Simulación numérica de materia granular descargada a velocidad constante en tubos verticales

Dariel Hernández-Delfin, Iker Zuriguel y Raúl Cruz Hidalgo

Dpto. de Física y Matemática Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, Spain

El flujo de medios granulares impulsado por la aceleración gravitacional en el interior de tubos verticales es ampliamente usado en la industria (ej: transportes entre contenedores, minas con esquema de echadero y reactores de lecho fluidizado circulante). Se conoce que si las dimensiones radiales de los tubos son solo unas pocas veces más grandes que las dimensiones de las partículas, es probable la aparición de arcos de fuerzas, capaces de detener el flujo [1].

En estos sistemas es bien conocido que los tiempos de avalancha, los cuales son definidos como el intervalo en el que se mantiene el flujo sin la aparición de un atasco, siguen una distribución exponencial. Este tipo de distribución implica que la probabilidad de que ocurra un atasco es constante en el tiempo.

Recientemente se han ejecutado experimentos que involucran esferas monodispersas impulsadas por la aceleración gravitacional dentro de tubos, controlando el flujo mediante una cinta que extrae las esferas desde la parte inferior [2]. Así, se ha comprobado experimentalmente que existen relaciones de aspecto $\phi = D/d$ (siendo D y d los diámetros de los tubos y las partículas respectivamente) para las cuales la probabilidad de aparición de atascos es notablemente mayor.

Estos experimentos tienen limitaciones como no poder implementar determinados valores de ϕ o la imposibilidad de acceder a la micromecánica del sistema, sin la cual llegar a un entendimiento de la fenomenología existente se hace muy complicado. Es por esto que los esfuerzos de esta contribución están orientados en desarrollar simulaciones numéricas, con el objetivo de acceder a estos parámetros no accedibles experimentalmente y así esclarecer los aspectos que marcan la ocurrencia de atascos o no para determinados valores de ϕ .

Las simulaciones numéricas han sido desarrolladas utilizando el código para partículas discretas MercuryDPM [3, 4]. El modelo lineal viscoelástico fue escogido tanto para las interacciones entre las propias partículas como para las partículas con las paredes del tubo.

Los resultados preliminares muestran la existencia de dos regiones en el dominio de relaciones de aspecto ϕ , donde es muy probable que ocurran atascos, lo cual concuerda con los resultados experimentales. Además, podemos anticipar que son regiones donde existe un mayor número de contactos por celda elemental para y donde se da el máximo valor de compactación [5]. En nuestra presentación se darán más detalles acerca de la micromecánica que distingue entre los regímenes donde aparecen atascos y los que hay un flujo ininterrumpido.

-
- [1] A. Janda, I. Zuriguel, A. Garcimartín, and D. Maza, Clogging of granular materials in narrow vertical pipes discharged at constant velocity, *Granul. Matter* **17**, 545-551 (2015).
 - [2] D. López-Rodríguez, I. Zuriguel, and D. Maza, Clogging of granular material in vertical pipes discharged at constant velocity, *EPJ Web Conf.* **140**, 03033 (2017).
 - [3] A. R. Thornton, T. Weinhart, S. Luding, and O. Bokhove, Modeling of particle size segregation: Calibration using the discrete particle method, *Int. J. Mod. Phys. C* **23**, 1240014 (2012).
 - [4] T. Weinhart, A. R. Thornton, S. Luding, and O. Bokhove, From discrete particles to continuum fields near a boundary, *Granul. Matter* **14**, 289-294 (2012).
 - [5] A. Mughal, H. K. Chan, D. Weaire, and S. Hutzler, Dense packings of spheres in cylinders: Simulations, *Phys. Rev. E* **85**, 051305 (2012).