

INTERAÇÃO GRÃOS-FLUIDO

Aluno: Luis Eduardo Paes Borges
Orientador: Welles A. M. Morgado

Introdução

A interação entre fluidos e grãos é extremamente complexa, especialmente par fluxos com número de Reynolds alto. Nosso objetivo é obter um tratamento adequado para uma mistura de grãos em fluidos turbulentos. A formação de aglomerados ou dispersão dos grãos gera comportamentos físicos distintos do sistema.

Objetivos

Estudar uma metodologia de teoria cinética baseada na interação vórtice-grão. Esta interação é obtida de modo numérico e utilizada para a obtenção de uma teoria cinética que descreva a interação entre os grãos e um meio turbulento.

Metodologia

Através de uma simulação simplificada, utilizando o método de Euler, ou Runge-Kutta[1], podemos calcular de modo simplificado a interação entre um vórtice e um grão. Isto se dá fazendo a aproximação de Stokes para a interação entre ambos.

O calculo numérico da interação vórtice grão servirá para a criação de uma tabela de interação entre aqueles de modo que devemos calcular esta interação para valores de velocidade angular do vórtice, velocidade do grão e parâmetros de impacto variados.

Estas simulações são feitas para intervalos de tempo longos o suficiente de modo que claramente representem uma interação completada entre um vórtice e um grão.

De posse da informação acima podemos começar a construir uma teoria para o comportamento de muitos grãos e vórtices simultaneamente. Neste primeiro estágio de desenvolvimento suporemos que os diversos vórtices não interagem entre sai. O estado final corresponde a uma superposição de todos os vórtices, onde os grão não modificam o estado dos vórtices.

Podemos utilizar métodos de simulação, tais qual o DSMC (Direct Simulation Monte Carlo) para estudar a evolução do sistema [2]. Neste método a evolução do sistema se faz de forma estocástica. O sistema é dividido em células de uma rede. Em cada etapa a dinâmica é dividida em partes: evolução estocástica livre (as partículas mudam, ou não, de células dependendo de sorteio); colisões entre partículas (através de sorteio é definido o número de colisões em cada célula, e estas são distribuídas entre os pares presentes em cada célula); aplicação das condições de contorno (paredes rígidas, fixas ou vibrando, fluxos de partículas contínuos via condições periódicas, etc) [3].

O uso do DSMC é bastante apropriado, pois a precisão deste em relação à posição dos grãos corresponde às dimensões lineares da célula, que tem que ser maiores que o livre caminho médio (o típico caminho percorrido por uma partícula entre duas colisões) para o sistema de grãos. Portanto, este tipo de modelo nos permite conhecer as densidades em regiões da ordem de um livre caminho médio.

Conhecidas as interações entre grãos e partículas, podemos usar o modelo acima para estudar a evolução do mesmo sob diversas condições externas. Uma das mais interessantes é o caso de fluxo a número de Reynolds alto. Neste caso, a competição entre as tendências de

agregação granular e de diluição turbulenta deve levar a informações interessantes para o estudo do transporte de grãos em fluidos em velocidades altas.

Conclusões

Estamos concluindo a etapa de simulação simplificada e em breve estaremos trabalhando na elaboração do modelo DSMC apropriado.

A interação vórtice-grão por si só é bastante surpreendente e com uma dependência não-trivial nas condições iniciais. Isto leva a uma mistura mais eficiente (no sentido de que os resultados serão) no espaço de fases deste problema.

Referências

1 *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*,

William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling

2 – G. A. Bird, *Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows*, Claredon, Oxford (1994)

3 – W. A. M. Morgado e E. Mucciolo: *Numerical simulations of vibrated granular gases under realistic boundary conditions*. Physica. A, v. **311**, n. 1-2, p. 150-168, 2002